



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EFFECTO DE DIFERENTES FECHAS
DE CIERRE EN LA FLORACION Y
PRODUCCION DE SEMILLA DE
TREBOL ROJO ESTANZUELA 116**

por

Marcelo Antonio BATTO LINDSAY
Federico COLL ZOPPIS

TESIS

1999

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA
FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TRÉBOL
ROJO ESTANZUELA 116.**

Marcelo Antonio BATTO LINDSAY

Federico COLL ZOPPIS

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadera)

Montevideo
URUGUAY
1999

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA
FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TRÉBOL
ROJO ESTANZUELA 116.**

por

Marcelo Antonio BATTO LINDSAY

Federico COLL ZOPPIS

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadera)

Montevideo
URUGUAY
1999

Tesis aprobada por:

Director :

Ing. Agr. (M. Sc) Francisco A. Formoso

Ing. Agr. Fernando Santiñaque

Ing. Agr. Silvana Noëll

Ing. Agr.(M. Phil.) Mónica Rebuffo

Fecha :

Autores :

Marcelo Battó

Federico Coll

AGRADECIMIENTOS

- A nuestras familias, por su constante apoyo, el cual fue de gran importancia para nuestra formación profesional.
- Al Ing. Agr. Francisco Formoso por su incondicional apoyo, enseñanza, dedicación y orientación en la elaboración de este trabajo.
- Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, por permitirnos realizar esta tesis.
- A la Ing. Agr. Amalia Ríos por la constante orientación brindada y por permitirnos utilizar las instalaciones de su sección.
- A todo el personal de Forrajeras de INIA La Estanzuela, especialmente a Digno Mirabal, Carlos Mendiverry, Omar Barolin y Dinorah Rey por su colaboración durante el trabajo de campo.
- A Vilfredo Ibañez por su asesoramiento en el análisis estadístico.
- A Graciela Vila y Alejandra Díaz por su disposición y colaboración en la búsqueda bibliográfica.
- A Eduardo Calistro, a los Ing Agr. Martín Riolfo, Alvaro Iglesias, Juan Carlos Caffarel por su colaboración.
- A Caisiv Rostan y Silvia Gonzalez por la colaboración prestada en el Laboratorio de Semillas.
- A Eduardo Corbella por su incondicional apoyo en lo que fue la tesis inicial.
- A Teresa Calistro y a los Ing. Agr. Ricardo Romero, Jorge Sawchik por sus aportes.
- A nuestros amigos y a todos los que de alguna forma u otra colaboraron en este trabajo final.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE CUADROS.....	X
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1. ASPECTOS GENERALES.....	2
2.2. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.....	2
2.3. RENDIMIENTO DE SEMILLA Y SUS COMPONENTES.....	4
2.4. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA.....	5
2.4.1. <u>Fecha de cierre</u>	5
2.4.2. <u>Polinizadores</u>	7
2.4.3. <u>Riego</u>	10
2.4.4. <u>Condiciones ambientales</u>	11
2.4.5. <u>Momento de cosecha</u>	13
<u>3. EXPERIMENTO 1. EFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA FLORACIÓN Y PRODUCCION DE SEMILLA DE TRÉBOL ROJO ESTANZUELA 116 DE PRIMER AÑO.</u>	
3.1 MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1.1 Determinaciones	16
3.2 RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
3.2.1. Curva de floración.....	19

3.2.1.1. <u>Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m²</u>	19
3.2.1.2. <u>Evolución del número de cabezuelas maduras por m²</u>	20
3.2.1.3. <u>Evolución del número de cabezuelas totales por m²</u>	23
3.2.1.4. <u>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras</u>	25
3.2.1.5. <u>Número de flores por cabezuela</u>	26
3.2.2. Curva de semillazón	27
3.2.2.1. <u>Evolución del número de cabezuelas maduras por m²</u>	27
3.2.2.2. <u>Evolución del número de cabezuelas totales por m²</u>	28
3.2.2.3. <u>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras</u>	29
3.2.2.4. <u>Número de semillas por cabezuela madura</u>	29
3.2.2.5. <u>Número de semillas promedio por cabezuela madura</u>	31
3.2.2.6. <u>Rendimiento de semilla</u>	33
3.2.2.7. <u>Peso de 1000 semillas</u>	35
3.2.2.8. <u>Porcentaje de germinación</u>	36
3.2.2.9. <u>Forraje acumulado</u>	37
3.2.2.10. <u>Polinizadores</u>	38
3.3. CONCLUSIONES	41
3.4. RESUMEN	43
3.5. SUMMARY	44
<u>4. EXPERIMENTO 2. EFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TRÉBOL ROJO ESTANZUELA 116 DE SEGUNDO AÑO.</u>	
4.1. MATERIALES Y METODOS	45
4.1.1. Determinaciones	46
4.2. RESULTADOS Y DISCUSION	48
4.2.1. Curva de floración	48

4.2.1.1. <u>Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m²</u>	48
4.2.1.2. <u>Evolución del número de cabezuelas maduras por m²</u>	49
4.2.1.3. <u>Evolución del número de cabezuelas totales por m²</u>	51
4.2.1.4. <u>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras</u>	53
4.2.1.5. <u>Número de flores por cabezuela</u>	53
4.2.2. Curva de semillazón	54
4.2.2.1. <u>Evolución del número de cabezuelas maduras por m²</u>	54
4.2.2.2. <u>Evolución del número de cabezuelas totales por m²</u>	55
4.2.2.3. <u>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras</u>	57
4.2.2.4. <u>Número de semillas por cabezuela madura</u>	57
4.2.2.5. <u>Número de semillas promedio por cabezuela madura</u>	59
4.2.2.6. <u>Rendimiento de semilla</u>	61
4.2.2.7. <u>Peso de 1000 semillas</u>	63
4.2.2.8. <u>Porcentaje de germinación</u>	64
4.2.2.9. <u>Polinizadores</u>	64
4.3. CONCLUSIONES	68
4.4. RESUMEN	70
4.5. SUMMARY	71
5. CONSIDERACIONES GENERALES	72
6. BIBLIOGRAFIA	73
7. ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

Figura N°	Página
1. <i>Precipitación media mensual y promedio histórico. INIA, La Estanzuela, 1999</i>	18
2. <i>Temperatura media mensual y promedio histórico. INIA, La Estanzuela, 1999</i>	18
3. <i>Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo</i>	19
4. <i>Evolución del número de cabezuelas maduras por m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo</i>	21
5. <i>Evolución del número de cabezuelas inmaduras acumuladas por m² (N°CIA/m²) y el N°CM/m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo</i>	23
6. <i>Evolución del número de cabezuelas totales por m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo</i>	24
7. <i>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo</i>	25
8. <i>Número de flores por cabezuela inmadura (N°FI/CI) en tres fechas de cierre</i>	26
9. <i>Evolución del número de cabezuelas maduras cosechadas por m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha</i>	27
10. <i>Evolución del número de cabezuelas totales por metro cuadrado cosechadas en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha</i>	28
11. <i>Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha</i>	29
12. <i>Número de semillas por cabezuela madura en tres fechas de cierre</i>	30
13. <i>Evolución del número de semillas promedio por cabezuela</i>	

<i>madura en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>32</i>
<i>14. Número de semillas por cabezuela madura estimado y número de semillas por cabezuela madura promedio máximo obtenido en la cosecha.....</i>	<i>33</i>
<i>15. Evolución del rendimiento de semilla en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>34</i>
<i>16. Evolución del peso de 1000 semillas en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>36</i>
<i>17. Evolución del porcentaje de germinación en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>37</i>
<i>18. Forraje acumulado (kgMS/ha) al último momento de cosecha en tres fechas de cierre.....</i>	<i>38</i>
<i>19. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m² en cuatro fechas de cierres y diferentes momentos de conteo.....</i>	<i>48</i>
<i>20. Evolución del número de cabezuelas maduras por m² en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.....</i>	<i>50</i>
<i>21. Evolución del número de cabezuelas inmaduras acumuladas por m² y el número de cabezuelas maduras por m² en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.....</i>	<i>51</i>
<i>22. Evolución del número de cabezuelas totales por m² en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.....</i>	<i>52</i>
<i>23. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.....</i>	<i>53</i>
<i>24. Número de flores por cabezuela inmadura en cuatro fechas de cierre.....</i>	<i>54</i>
<i>25. Evolución del número de cabezuelas maduras por m² en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>55</i>
<i>26. Evolución del número de cabezuelas totales por m² en cuatro fechas de cierres y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>56</i>
<i>27. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en cuatro</i>	

<i>fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>57</i>
28. <i>Número de semillas por cabezuela madura en cuatro fechas de cierre.....</i>	<i>58</i>
29. <i>Evolución del número de semillas promedio por cabezuela madura en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>60</i>
30. <i>Número de semillas por cabezuela madura estimado y número de semillas por cabezuela madura promedio máximo obtenido en la cosecha.....</i>	<i>61</i>
31. <i>Evolución del rendimiento de semilla en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>62</i>
32. <i>Número de cabezuelas maduras por m² y rendimiento de semilla máximo en kg/ha para cuatro fechas de cierre.....</i>	<i>62</i>
33. <i>Evolución del peso de 1000 semillas en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>63</i>
34. <i>Evolución del porcentaje de germinación en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.....</i>	<i>64</i>
35. <i>Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m² y del número de polinizadores (NºPL) en 10 m².....</i>	<i>66</i>

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°	Página
1. Momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla analizados estadísticamente	15
2. Número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración y tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración.....	20
3. Rendimiento de semilla (kg/ha). Efecto de tres fechas de cierre por tres momentos de cosecha.....	33
4. Número de polinizadores en 10 m ² a las 14 horas presentes, durante un minuto	40
5. Momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla analizados estadísticamente	45
6. Número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración y tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración.....	49
7. Número de polinizadores en 10 m ² a las 14 horas presentes durante un minuto	65

1. INTRODUCCIÓN

El Trébol rojo es una leguminosa perenne bianual, de clima templado, utilizada en regiones húmedas con temperaturas moderadas a frescas (Forde *et al.* 1989). La especie se destaca por el vigor inicial de sus plántulas (Smith *et al.* 1985), característica que le permite competir fuertemente con otros pastos y leguminosas aspecto que le posibilita establecerse rápidamente y ofrecer un buen rendimiento de forraje en el año de siembra. Esta característica justifica su inclusión en mezclas para praderas permanentes, con el objetivo de incrementar la producción de forraje en el primer año (Carámbula 1977), o en rotaciones cortas de alta producción. En nuestro país la variedad mas sembrada es Estanzuela 116, dicha variedad pertenece al grupo de floración temprana, es de porte semierecto, bianual y sin latencia invernal. (García y Rebuffo, 1991).

A pesar de las virtudes descriptas, no es una leguminosa muy atractiva para la producción de semillas, debido principalmente a las dificultades para lograr altos rendimientos de semillas por hectárea. Estos en general son consecuencia de una serie de factores tales como: condiciones climáticas variables y adversas durante el período reproductivo y especialmente fracasos en la polinización. A pesar de estos problemas se trata de una variedad de muy buen potencial reproductivo, tal como lo demuestran los rendimientos de semillas superiores a los 400 Kg obtenidos en baja frecuencia por productores.

Esta especie ha mostrado respuesta importante en producción de semillas con la utilización de riego, ofreciendo perspectivas interesantes para formar parte de rotaciones en sistemas bajo riego, sin embargo la información nacional existente sobre el tema es escasa (Pritsch *et al.* 1979).

Los objetivos de este trabajo consisten en evaluar los efectos de diferentes fechas de cierre sobre la curva de floración y semillazón, en ambientes con abundancia de flores competitivas por polinizadores. Además el estudio de la evaluación de la semillazón permite obtener información que posibilita determinar racionalmente momentos óptimos de cosecha.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES

En una encuesta realizada a productores semilleristas en 1989 (García *et al.*, 1991) se estableció que el rendimiento de semilla promedio nacional para trébol rojo es de 119 kg/ha. Sin embargo existe un amplio rango de rendimientos que va desde 45 kg/ha hasta un máximo de 225 kg/ha. Esto sugiere que con la tecnología disponible es posible aumentar sustancialmente los rendimientos, ya que están muy por debajo del potencial de la especie y de los niveles de rendimientos obtenidos en otros países.

En los Estados Unidos, más del 90% de la producción de semillas de trébol rojo se encuentra en las regiones húmedas del este y centro del país, donde los rendimientos promedio raramente alcanzan los 135 kg/ha. En contraste, los rendimientos de semilla promedian los 335 y 560 kg/ha anualmente en las regiones áridas con riego de los estados de las Costas del Pacífico (Rincker *et al.*, 1977).

Stoddart (1960) en Gales identificó algunos factores como los responsables de los bajos rendimientos de semillas: 1) falta o insuficiencia de agentes polinizadores durante la floración; 2) bajo número de inflorescencias por unidad de área; 3) condiciones ambientales desfavorables durante la polinización y maduración de las semillas. Por otro lado, Vavilov *et al.* (1977) en Rusia, también determinaron que los principales factores responsables de los bajos rendimientos son: falta de insectos polinizadores, baja temperatura y elevada humedad durante la floración y la fase de formación de semillas.

A nivel nacional los productores semilleristas identificaron al manejo previo, número de colmenas y fecha de cierre como los principales factores limitantes en la producción de semillas de trébol rojo. En cuanto al problema de enmalezamiento, en los últimos años, ha tenido una incidencia importante la cúscuta. (García *et al.*, 1991).

2.2. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

El trébol rojo es una leguminosa perenne de vida corta, de clima templado y característica de regiones húmedas con temperaturas moderadas a frescas (Forde *et al.*, 1989). Las plantas son pilosas, con un sistema radicular compuesto por una raíz principal pivotante y ramificada en una serie de raíces secundarias superficiales. La corona está ubicada sobre la superficie del suelo, a partir de la cual se producen tallos semi-erectos y ramificados con hojas pilosas y de formas variadas (Carámbula, 1977).

El tipo de crecimiento de esta especie es similar a la alfalfa, por lo que el manejo que se recomienda presenta características semejantes. Luego de una defoliación, las plantas rebrotan de las yemas de la corona o de entrenudos basales de los tallos desarrollados. En los cultivares con latencia, las plantas pasan el invierno

en forma de roseta, produciéndose el alargamiento de los tallos una vez llegada la primavera. De esta manera durante un período largo de su ciclo, todos los puntos de crecimiento se encuentran ubicados cerca del nivel del suelo (Carámbula, 1977).

Las fluctuaciones en la concentración de sustancias de reserva de las raíces del trébol rojo, siguen una evolución muy similar a las de la alfalfa, aunque bajo manejos similares el trébol rojo siempre posee menores concentraciones de carbohidratos. En este sentido ocupa una posición intermedia entre la alfalfa y el lotus (Smith, 1962). Los niveles de reservas determinan en forma apreciable, la productividad y persistencia. Este comportamiento del trébol rojo exige que sea manejado de tal forma que se les permita a las plantas recuperar sus reservas luego de cada período de pastoreo. En los citados períodos críticos, el trébol rojo deberá permanecer con áreas foliares adecuadas, con lo que se equilibrarán los gastos en metabolitos en invierno y se favorecerá además una mejor utilización del agua en verano. Como consecuencia, esta especie se adapta a un manejo de pastoreo rotativo.

La escasa persistencia del trébol rojo es un problema universal. La vida productiva promedio son dos años, aunque con algunos cultivares más persistentes se puede obtener una buena producción en el tercer año. Las causas posibles de la escasa persistencia de esta especie son numerosas: enfermedades, virus, insectos, deterioro de la corona, desintegración de la raíz principal junto con factores climáticos y edáficos (Fergus y Hollowell, 1960). De estos factores, las enfermedades de raíz y corona serían las más determinantes de la corta vida del trébol rojo (Kendall y Stringer, 1985; Skipp y Christensen, 1990; Altier, 1996).

El trébol rojo es originario de Asia Menor y del sudeste de Europa (Wilsie, 1969) y sus variedades se pueden clasificar en tres grupos, de floración temprana, intermedia y tardía, de acuerdo a lo largo del día requerido para iniciar la floración y el grado de latencia invernal (Taylor y Smith, 1979). Los requerimientos fotoperiódicos de cada uno de los grupos responden a las características climáticas de sus lugares de origen. Entre los tres grupos existen además diferencias morfológicas y de desarrollo (Smetham, 1973). Al primer grupo de floración temprana y sin latencia invernal pertenecen los cultivares que se siembran en el Uruguay, tales como LE-116 y El Sureño (García y Rebuffo, 1991). Estos se destacan por su producción de forraje en invierno y primavera y en general no persisten más de dos años.

El cultivar E 116 que es el más utilizado en nuestro país, es una selección realizada en La Estanzuela sobre materiales introducidos de Nueva Zelandia. Es diploide, de porte semierecto, de floración temprana, bianual y sin latencia invernal. Se destaca por su precocidad, producción total e invernal (García *et al.*, 1991). La producción del primer verano es buena, pero al segundo verano declina rápidamente a partir de noviembre-diciembre debido a un marcado deterioro en la población de plantas (García y Rebuffo, 1991).

2.3. RENDIMIENTO DE SEMILLA Y SUS COMPONENTES

El rendimiento de semillas de las leguminosas es el resultado de la integración de los siguientes componentes:

- Número de cabezuelas por unidad de superficie.
- Número de flores por cabezuela.
- Número de semillas por flor.
- Peso de 1000 semillas.

No obstante es necesario tener en cuenta que la importancia de los distintos componentes del rendimiento varía en las diferentes especies. Esto significa que el objetivo del manejo deberá favorecer en cada especie al componente más problemático y de mayor exigencia en la producción de semillas por hectárea (Carámbula, 1981).

Kising (1949) indicó que el primer requerimiento para obtener altos rendimientos de semilla en trébol rojo es tener un gran número de inflorescencias y considera como segundo requisito la polinización. Hogborg (1966), citado por Mandl (1972), reporta que el número de inflorescencias por unidad de superficie estaba altamente relacionado con el rendimiento de semillas.

Hawkins (1956) afirma que más importante que el número de cabezuelas por unidad de superficie es el número de semillas por cabezuela. Este factor está tan estrechamente relacionado con el rendimiento por hectárea, que es el principal en determinar la producción de semillas por unidad de superficie.

En diferentes experimentos realizados en La Estanzuela con el objetivo de determinar el impacto de diferentes manejos sobre la producción de semillas de trébol rojo cultivar E116, se determinó que frecuentemente el rendimiento de semillas no se relaciona con el número de cabezuelas por unidad de superficie; En tanto si está fuertemente relacionado con el porcentaje de formación de semillas, definido como el número de semillas obtenido en 100 flores (Formoso, 1996).

El número de semillas por cabezuela esta determinado por el número de flores por cabezuela y el porcentaje de cuajado. Wilsie (1949), trabajó en chacras con productores, encontrando una correlación positiva y significativa entre el número de flores por cabezuela y cantidad de semillas formadas. Confirmando esta hipótesis, Starling *et al.* (1950), trabajando con poblaciones segregantes derivadas de cruzamientos entre variedades de corola larga y corta, concluyeron que la única correlación significativa fue entre flores por cabezuelas y porcentaje de cuajado, alcanzando un valor $r=0.339$. Posteriormente Hawkins (1965) trabajando con ocho variedades de trébol rojo encontró correlación significativa entre el tamaño de cabezuelas y el número de semillas por cabezuela para el primer año, mientras que en el segundo año no fue significativo.

Bird (1944) realizando una revisión sobre producción de semilla observó que existían diferencias en el número de semillas por cabezuela encontrado entre los diferentes autores. Entre ellos, Westgate *et al.* (1915) bajo condiciones de chacra obtuvieron en promedio 40 semillas por cabezuela. Similares resultados fueron obtenidos por Williams (1925) en Gales pero en condiciones de verano húmedo, desfavorable para la actividad de las abejas. Por su parte, Hollowell (1929) señaló que un promedio de 25 semillas por cabezuela se considera suficiente como para asegurar un aceptable rendimiento a nivel de chacra. Posteriormente, Wexelsen (1935) contó el número de semillas en una serie de cabezuelas y obtuvo un promedio de 52.5 semillas por cabezuela.

Bird (1944) en una revisión bibliográfica sobre el tema consultó diversos autores, entre ellos, Westgate *et al.* (1915), Williams (1925) y Wexelsen (1946), los primeros establecieron un rango que iba de 35 a 150 flores por cabezuela, el segundo, reportó, un promedio de 105 flores por cabezuela, en tanto que el tercero determinó un rango de 70 a 150 flores por cabezuela.

El peso de 1000 semillas no es un factor decisivo en determinar el rendimiento, aunque existen importantes variaciones. Esta variación está afectada por factores internos y externos. Con respecto a los primeros, Anslow (1964), citado por Carámbula (1981) observó que los tallos fértiles mejor desarrollados producen semillas más pesadas que los más débiles. Este último aspecto ha sido registrado especialmente en las inflorescencias formadas mas tarde, las que aparte de ser de menor tamaño poseen semillas más pequeñas.

De acuerdo con la literatura revisada, el porcentaje de formación de semilla aparece como el principal determinante de los rendimientos de semilla.

La correlación positiva entre rendimiento de semilla y el número de flores por cabezuela, sugiere que una buena polinización en cultivos compuestos de plantas con cabezuelas grandes, aseguraría la obtención de altos rendimientos de semillas.

2.4. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE SEMILLA

2.4.1. Fecha de cierre

El número de flores por cabezuela es afectado por el manejo de cortes que se realice. En tal sentido, Seiffert y Skirde (1959) citados por Stoddart (1960), han demostrado que los cortes resultan en un aumento en el número de flores por cabezuela, pero el máximo incremento observado es sólo del orden del 10% y en consecuencia, de baja significancia en cuanto a la compensación en la reducción del número de cabezuelas.

Por su parte Stoddart (1960), encontró que la práctica de realizar cortes a fines de noviembre resulta en un detrimento mas que en un beneficio para el

rendimiento de semilla, debido a la reducción en el número de cabezuelas que se originan.

Rincker *et al.* (1977) estudiaron la influencia del ambiente y del corte en el potencial de rendimiento de semilla, en tres cultivares de trébol rojo. Encontraron una disminución del rendimiento de semillas cuando se realizó un corte para heno a un cuarto de la primer floración. Esta baja se debió principalmente a una disminución del número de cabezuelas por m² y del peso de 1000 semillas, existiendo variaciones entre localidades y cultivares. Sin embargo aumentó significativamente el número de flores por cabezuela en los cultivares Sapporo y Kenland. Además el corte tendió a incrementar el número de semillas por cabezuela, pero solamente fue significativo en una localidad. En el cultivar Alaskland el corte disminuyó todos los componentes del rendimiento, en las tres localidades.

Clifford (1979) en un estudio sobre el efecto de diferentes fechas de cierre, sobre el rendimiento de semillas no encontró diferencias sobre el rendimiento, salvo en los cultivares de floración tardía. El número de flores por cabezuela, óvulos por flor y peso de 1000 semillas, no fueron afectados significativamente con las fechas de cierre. Sin embargo, el cierre de diciembre dió un mayor número de tallos florales y cabezuelas por planta, observándose el mayor incremento en el cultivar de floración tardía Grasslands Pawera. El retraso de la floración en las 3 fechas de cierre estudiadas, primeros días de octubre, noviembre y diciembre sólo fue de una semana para el cierre más tardío, el que además tuvo un pico mas definido de producción de cabezuelas, lo que facilitó la determinación de la fecha óptima de cosecha.

Pritsch, (1978) estudió el efecto de la época de cierre sobre la producción de semillas en el cultivar Estanzuela 116, observando que los mejores rendimientos se obtuvieron en el corte realizado cuando el trébol rojo se encontraba en estado vegetativo hasta un 25 % de floración. Este periodo en nuestras condiciones se registra en octubre.

Todos los cortes efectuados en plena floración originaron producciones muy bajas de semillas determinadas por una disminución significativa en el número de cabezuelas. Los cortes también afectaron el peso de 1000 semillas, que disminuyó en la medida que las fechas de cierre se retardaban (Pritsch, 1978). Esta tendencia también fue observada por Dade (1966) citado por Pritsch (1978) afirmando que el descenso provocado por los cortes más tardíos, se debe a un mayor número de semillas en vía de desarrollo.

En la segunda cosecha el peso de 1000 semillas disminuyó con respecto a la primer cosecha, en tanto las diferentes fechas de cierre no afectaron esta variable (Pritsch, 1978).

Formoso (1996) determinó que para el trébol rojo E 116, los cierres tardíos deprimen el número de inflorescencias por unidad de superficie y el número de flores por cabezuela. A pesar de la disminución en dichas variables frecuentemente los

rendimientos de semillas obtenidos, no se relacionaron ni con la fecha de cierre, ni con el número de cabezuelas y sí con el porcentaje de formación de semillas.

Basándose en los trabajos analizados parece consistente la reducción del potencial de producción de semillas, provocado por los cierres tardíos en los cultivares de floración temprana. Esta reducción se explica principalmente por un menor número de cabezuelas por metro cuadrado existiendo variaciones en el efecto sobre número de flores por cabezuela. En las situaciones en que el número de flores por cabezuela incrementó, fue de baja significancia ya que la reducción en el número de cabezuelas anuló dicho incremento. Sin embargo esta reducción en el potencial no siempre se refleja en menor producción de semilla ya que existen varios factores de importancia relevante que afectan también la fijación del potencial, hasta la cosecha de semilla. Algunos de estos son: polinización, condiciones ambientales durante la floración, maduración y cosecha.

La fecha de cierre incide sobre la acumulación de forraje, la cual se incrementa en los cierres mas tempranos, pudiendo afectar el rendimiento de semilla obtenido en la práctica, por mayores dificultades de cosecha.

Posiblemente la polinización constituye una de las principales limitantes que determina la incertidumbre y los bajos rendimientos promedios obtenidos.

La fecha de cierre determina en gran medida el momento en que se localiza el pico de floración. Si esto ocurre cuando en las proximidades de los semilleros existen otras flores más atractivas para las abejas, probablemente los porcentajes de formación y rendimientos de semillas serán bajos. Este problema se verifica muy frecuentemente en el litoral agrícola del país.

2.4.2. Polinizadores

En relación con los polinizadores, la bibliografía es consistente en resaltar la importancia de éstos en la producción de semilla.

Darwin citado por Starling *et al.* (1950), ya en 1885 había demostrado que el cuajado en trébol rojo era dependiente de la polinización por insectos, y concluyó que los abejorros eran los mejores polinizadores. Por su parte, Hawkins (1961) determinó una correlación negativa significativa entre el tamaño de la chacra y el número de semillas por cabezuela, por lo que sugirió que la falta de polinización podría ser una causa del bajo nivel de cuajado. También Stapel y Pedersen (1935) en Dinamarca y varios otros autores citados por Hawkins (1961) relacionaron los bajos rendimientos de semilla en trébol rojo con la falta de insectos polinizadores.

Hawkins (1961) observó una correlación significativa entre el cuajado y número de polinizadores "positivos", entendiendo como tales aquellos que no "roban" el néctar a través de un orificio efectuando en la base de la corola. Sin embargo, en el tercer año de estudio, observó una correlación positiva significativa

entre el porcentaje de cuajado y el número de polinizadores negativos. Esta correlación se explicaría debido a la perforación, en el costado del tubo de la corola, que dejarían al néctar accesible a las abejas melíferas, las cuales atraídas también colectarían polen, polinizando efectivamente las flores. Los datos mostraron que los números de los distintos polinizadores variaron, pero no indicaron la efectividad relativa de las varias especies de polinizadores detectados. Posteriormente, en 1965 el mismo autor consideró que, si bien las abejas pueden obtener polen del trébol rojo y en ocasiones pueden alcanzar el néctar, existe poca evidencia de que incrementen el rendimiento en esta especie.

Por su parte, Butler *et al.* (1956) consideran que las flores de trébol rojo no son atractivas para las abejas, debido a que el largo de su corola no permite que las abejas, al tener lengua corta, alcancen los nectáreos. Sin embargo, varios autores citados por Butler *et al.* (1956) han observado una correlación estrecha entre el número de abejas por unidad de área del cultivo y el consiguiente cuajado de semillas.

Van Laere y Martens (1962), realizaron un experimento sobre trébol rojo donde compararon tres tratamientos: parcelas polinizadas exclusivamente con abejas melíferas, polinizadas libremente con abundancia de *Bombus* y el tercer tratamiento sin polinizadores. Los rendimientos de semillas obtenidos fueron respectivamente: 540 585 y 39 kg/ha y los porcentajes de formación de semillas fueron de 75.8, 73.5 y 5.7 %.

Varios investigadores han observado que el largo de la proboscis de las abejas puede no ser suficiente para lograr la polinización en trébol rojo. Al respecto, Martin (1938) citado por Starling *et al.* (1950), comprobó que el largo de la proboscis del abejorro era de 11 mm, lo cual le permitiría extraer néctar de cualquier flor de trébol rojo. Por otra parte, el largo de la proboscis de la abeja fue de 6.5 mm. Este autor estimó que a esos 6.5 mm podría agregarse 1 mm más para la distancia que las abejas introducen su cabeza dentro de la parte superior de la corola y además, 1 mm adicional debería sustraerse del largo de la corola debido al nivel alcanzado por el néctar en ésta. Esto permitiría a las abejas obtener el néctar solamente en flores con corolas de 8,5 mm o menos, lo cual posiciona a los tréboles rojos americanos fuera del alcance de las abejas.

A partir de los trabajos realizados sobre polinizadores en trébol rojo, es clara la importancia de los abejorros como agentes polinizadores en esta especie. Richmond (1932) y Plath (1934) citados por Starling *et al.* (1950), observaron que los abejorros pueden encontrarse activos al amanecer y aún después del atardecer. Varios trabajos realizados por Wexelsen (1935), Dunham (1939) y otros autores citados por Bird (1944), concluyeron que los abejorros eran trabajadores más rápidos que las abejas.

En un estudio comparativo de la actividad de abejas y abejorros, Pammel y Kennoyer (1917) citados por Bird (1944) indicaron que, mientras que las abejas

pueden ser tan eficientes como el abejorro en la polinización de trébol rojo durante veranos secos, ellas serían menos confiables en veranos frescos y húmedos.

Wartt (1968) estudió la actividad de los polinizadores en relación con la temperatura y la competencia con otras especies, determinando una correlación positiva entre la temperatura y el número de abejas de miel que recolectaban polen del trébol rojo.

Fergus y Hollowell (1960), afirmaron que en los estados del oeste en Estados Unidos colocando de 4 a 8 colmenas por hectárea se logra una buena polinización, mientras que en los estados húmedos del este, la polinización con *Apis mellifera* se dificulta por la abundante flora competitiva.

Wilsie (1949), realizó colectas de abejas que estaban trabajando en trébol rojo para determinar si estaban recolectando polen de trébol rojo, néctar o ambos, encontrando que la mayoría de las abejas transportaban polen y que casi la mitad de ellas transportaba néctar también. En este mismo estudio se encontró correlación negativa entre la distancia de las colmenas al cultivo y la formación de semilla.

Varios autores citados por Butler *et al.* (1956), sostienen que mientras los abejorros con sus lenguas largas generalmente trabajan en forma consistente sobre el trébol rojo, las abejas están sujetas a fluctuaciones importantes, lo que se debe a su incapacidad para obtener néctar excepto cuando éste sea excepcionalmente abundante.

Fusell (1992), encontró que la producción de néctar era mayor en la tarde, lo que estaría dado por mayores temperaturas que favorecerían la acumulación del mismo. Puri y Laidlaw (1984), determinaron que la producción de néctar se ve afectada por la temperatura, siendo menor a temperaturas por debajo de 12°C y mayores cuando éstas superan los 20 °C.

Bird (1944) concluyó que para las condiciones de su experimento, el número de abejorros visitantes era un factor mucho más importante en el cuajado que el número de abejas visitantes o el número de flores por cabezuela. Por otra parte, Hawkins (1956) trabajando con tres tipos de polinizadores, abejorros de lengua larga, abejorros de lengua corta y abejas, estudió la relación entre ellos y el porcentaje de cuajado. Se observó una correlación muy estrecha ($r=0.918$) entre el porcentaje de cuajado y los abejorros de lengua larga, mientras que el número de abejorros de lengua corta y de abejas melíferas no se relacionaron con el porcentaje de cuajado. Los abejorros de lengua corta y las abejas se encontraban presentes en gran número en algunos cultivos pero, en la mayoría de ellos no resultaron de valor como polinizadores ya que obtenían néctar a través de orificios perforados en la base del tubo de la corola.

Butler *et al.* (1956) consideran que para obtener un incremento en la polinización, es necesario aumentar ya sea la población disponible de abejorros de

lengua larga o la frecuencia con que las abejas realizan visitas efectivas al cultivo. Estos autores señalan que aunque el trébol rojo es poco visitado por las abejas melíferas no necesariamente puede asumirse que el mismo sea polinizado inadecuadamente. Aparte del efecto de la población existente de abejorros, los cultivos de trébol rojo que en general no atraen a las abejas, pueden convertirse en muy atractivos para ellas durante periodos de tiempo ocasionales y más cortos. Esto es debido a que las flores que no han sido polinizadas, permanecen abiertas y capaces de ser polinizadas varios días, tales periodos esporádicos de atracción pueden resultar suficientes para lograr un nivel satisfactorio de polinización.

Sobre la base de los trabajos revisados no se discute la importancia de los insectos como polinizadores en la producción de semilla, siendo los más eficientes los *Bombus spp* de lengua larga. Esto se debe a que las flores de trébol rojo les resultan atractivas a diferencia de las abejas, además polinizan más flores por minuto y en condiciones ambientales de temperatura y viento que las abejas no pecorean. A pesar de su mayor eficiencia como polinizadores, su número generalmente es insuficiente, como para lograr una buena polinización, y difícil de incrementar su población en nuestras condiciones.

Por las razones expuestas, las abejas tienen un importante papel en la polinización, siendo importante orientar el manejo del cultivo, (tamaño de chacra, aislación durante la floración) y de las abejas (densidad de colmenas, momento de colocación en el cultivo, condiciones de las colmenas, distribución, etc.) buscando aumentar la frecuencia con que las abejas visitan el trébol rojo.

2.4.3. Riego

La información disponible sobre la respuesta al riego en la producción de forraje y semilla en trébol rojo es escasa.

Toves (1936) citado por Fergus y Hollowell (1960) mostró que la baja humedad en el suelo es más favorable que alta humedad, en la producción de semilla. Los mayores rendimientos de semillas se obtuvieron mediante irrigaciones frecuentes con láminas de riego pequeñas, en comparación a bajas frecuencias y láminas de riego grandes.

Hollowel (1929) citado por Fergus y Hollowel (1960) refiriéndose a la variación del número de flores por cabezuela, obtenido en suelos con diferentes niveles de humedad, observó que las plantas creciendo en condiciones de baja a media humedad poseían un mayor número de flores por cabezuela que en condiciones de alta humedad.

Pritsch *et al.* (1979), estudió el efecto de dos regímenes hídricos sobre la producción de forraje y semillas en los cultivares: Kenland y Estanzuela 116. Encontró incrementos en los rendimientos de semilla de 197% y 219% en los tratamientos regados comparados con los testigos sin riego, para ambos cultivares

respectivamente. El riego también incrementó el peso de 1000 semillas en 12% para E 116 y 7% en Kenland.

Oliva *et al.* (1994) estudiaron el efecto de diferentes estrategias de riego sobre la producción de semilla y sus componentes, en trébol rojo cultivar Kenland. Encontraron que la eficiencia más alta del uso del agua y la máxima producción de semillas (100% más que el testigo) se obtuvo con un riego que llevó el perfil del suelo a capacidad de campo en el pico de floración.

La reducción de la producción de semilla como resultado de un aumento del estrés de agua en las plantas fue primariamente causado por una disminución de la fertilidad floral (número de semillas por flor) y en segundo lugar, por una reducción en el número de cabezuelas por unidad de superficie. El déficit hídrico disminuyó el número de cabezuelas por m², pero éstas presentaron un mayor número de flores, igual tendencia fue reportada anteriormente por Hollowell (1929). Este incremento en el número de flores por cabezuela, no compensó la reducción del número de cabezuelas, resultando siempre en un menor rendimiento potencial (Oliva *et al.* 1994).

El número de semillas por cabezuela fue el componente del rendimiento mas afectado, influyendo en forma importante en la producción de semilla. También se observó en los tratamientos con estrés hídrico, una menor longitud de los tallos principales y una reducción del tiempo en que las flores permanecen receptivas. Al finalizar el ensayo, se estudiaron las raíces, encontrando menor incidencia de *Fusarium sp* en los tratamientos sin déficit hídricos debido a que el *Fusarium* es favorecido en condiciones de sequía (Oliva *et al.* 1994).

2.4.4. Condiciones Ambientales

Las exigencias fotoperiódicas dependen del lugar de origen de cada variedad. La luz es uno de los factores básicos que determinan que los tallos vegetativos se transformen en reproductivos. Lambert (1968) citado por Carámbula, (1981), constató que la competencia por luz puede ser la limitante mayor para la producción de semilla, fundamentalmente a través de la disminución del número de inflorescencias. Es así que mediante medidas de manejo que disminuyan la masa vegetal, se lograrían rendimientos más satisfactorios.

Las condiciones climáticas imperantes, durante el período de floración como en la polinización son de real importancia, pues no solo determinan la actividad individual de los polinizadores, sino además modifican características morfológicas y químicas de las flores provocando una mayor o menor atracción del cultivo hacia los insectos. Días nublados y lluviosos durante el periodo de floración reducen el número de inflorescencias por unidad de área, interfieren en el desarrollo embrionario, retardan la actividad de polinización de las abejas, y reducen los niveles de cuajado como consecuencia de la falta de insectos (Hollowell, 1929; Sylven, 1935 citado por Bird, 1944).

Williams (1925) citado por Hollowell (1929), constató, que tanto la lluvia como la temperatura, son responsables de los detrimentos obtenidos en los porcentajes de cuajado, aunque no pudo determinar si los efectos eran directos o indirectos. Las altas temperaturas poseen efectos más perjudiciales que las bajas temperaturas, sobre el establecimiento, crecimiento y persistencia del semillero de trébol rojo.

En relación a la producción de semillas y variables asociadas, las altas temperaturas pueden tener efectos benéficos sobre la eficiencia de los polinizadores, incrementándose la población y su actividad individual. En las plantas incrementan el número de inflorescencias, el número de semillas por inflorescencia producto de un mayor porcentaje de cuajado, y el peso de 1000 semillas (mayor temperatura, mayor peso; variable según el cultivar); (Puri y Laidlaw, 1984). Con relación a la altura del néctar es afectada por la temperatura, siendo mayor a temperaturas más altas, quedando más fácilmente disponibles para las abejas (Cook, 1974; citado por Cuitiño 1999).

Con relación a los granos de polen, la ocurrencia de bajas temperaturas puede determinar un incremento en la esterilidad del polen.

Asociado a las condiciones climáticas, diferentes autores han comprobado la existencia tanto de óvulos como de granos de polen defectuosos en trébol rojo (Bird, 1944).

Westgate *et al.* (1915), citados por Bird (1944) informaron que cuando los granos de polen eran colocados en agua, rompían casi instantáneamente y podían tener una pequeña polinización efectiva, mientras las flores permanecieran húmedas por lluvia o rocío.

En relación con los óvulos, estos mismos autores observaron que la ocurrencia de infertilidad en éstos era bastante común especialmente en la primer cosecha, y aparentemente podría estar asociada a condiciones de humedad en el suelo y climáticas particulares. Sin embargo, Hollowell (1929) citado por Bird (1944), sostiene que aunque pueden ocurrir óvulos infértiles, probablemente las causas de infertilidad no necesariamente tengan que ser atribuidas a las condiciones de humedad.

Wexelsen (1935) citado por Bird (1944), observó polen anormal en sus ensayos de trébol rojo, aunque en baja proporción. Muy pocas de las 295 plantas que examinó presentaban polen anormal, por lo que consideró que el pequeño porcentaje de polen anormal no reduciría significativamente la fertilidad del cultivo.

Vavilov *et al.* (1977), ha establecido que las condiciones ambientales durante el periodo de formación de los tallos tienen una influencia decisiva sobre el rendimiento de semillas de trébol rojo. Una humedad extrema durante este periodo favorece el vuelco, lo que causa disturbios en la actividad funcional del sistema

vascular del tallo. Los resultados que obtuvieron, les permiten concluir que la mortalidad embrionaria resulta no solamente de la falta de polinizadores, de la baja temperatura, • de la alta humedad, sino que también resulta de la falta de un adecuado suministro de nutrientes, lo que se debe probablemente a la interrupción o disminución de la actividad funcional del sistema vascular del tallo.

Sylvén y Nils (1935) citado por Bird (1944), consideran que las condiciones climáticas más favorables para el cuajado en trébol rojo son días soleados combinados con una apropiada humedad atmosférica. Posteriormente Vavilov *et al.* (1977) encontraron una correlación positiva ($r=0.985$) con la temperatura del aire promedio diario y negativa con la precipitación total ($r=0.976$) con la producción de semilla. Un período prolongado de calor con aire extremadamente seco durante el período de floración es perjudicial, ya que las cabezuelas tienden a secarse sin llegar a formar semilla. Por otra parte, el bajo nivel de cuajado que se obtiene en períodos de lluvia, frío, está condicionado por la falta de insectos polinizadores.

Por lo tanto, dado el peso que poseen las condiciones climáticas tanto sobre los componentes de rendimiento como sobre las características morfológicas de la flor, son factores fundamentales en la determinación del rendimiento de semilla. La producción de semilla no es afectada por un único factor, por ende en la medida que mejoramos el conjunto de ellos como un todo, lograremos resultados satisfactorios.

2.4.5. Momento de cosecha

El momento óptimo de cosecha es un compromiso entre, el tiempo requerido para lograr altos números de semillas maduras y el momento en el cual no se producen aún pérdidas importantes por desgrane y condiciones climáticas adversas (Puri y Laidlaw, 1983).

Comparaciones realizadas en Alemania entre rendimiento potencial y real de semilla mostraron variaciones entre 50%-80% para trébol rojo, en Nueva Zelanda las estimaciones de pérdidas fueron de 54-74% y en Dinamarca de 72-78% dependiendo del método de cosecha y el cultivar considerado (Demmis y Haas, 1962; citado por Puri y Laidlaw, 1983).

Clifford (1979) demostró que las mayores pérdidas de semillas ocurren si la cosecha es retardada hasta que todas las semillas llegan a madurar.

Puri y Laidlaw, (1983), estudiaron el efecto del momento de cosecha en la producción de semillas y sus componentes en tres variedades de trébol rojo. Encontraron que el período óptimo de cosecha en climas templados es aproximadamente entre 3 y 4 semanas después del período rápido de aparición de inflorescencias, asociado al momento en que las primeras inflorescencias empiezan a desintegrarse.

La aparición de inflorescencias alcanzó el máximo en enero y luego declinó, la densidad de abejas presentó una evolución similar. El número de flores, semillas por inflorescencia y el peso de 1000 semillas decrecieron a medida que la floración avanzaba. La semilla cosechada del 14 de enero en adelante presentó mayor germinación, pero menor porcentaje de semillas duras y viabilidad que la cosechada hasta el 14 de enero.

3. EXPERIMENTO 1. EFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TRÉBOL ROJO ESTANZUELA 116 DE PRIMER AÑO.

3.1. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental “Alberto Boerger” (INIA La Estanzuela) Colonia, Uruguay.

Se instaló sobre un semillero fundación de trébol rojo E 116, sembrado a fines de mayo, sobre suelo preparado en forma convencional. Se utilizaron 10 kg /ha de semilla distribuidas en líneas a 0.15 m.

El suelo correspondió a un Brunosol Éutrico Típico perteneciente a la unidad Ecilda Paullier - Las Brujas. Se caracterizó químicamente los 15 cm superiores del perfil presentando los siguientes valores: pH (H₂O) 6.3, C.Org 2.53%, P (Bray I) 15.98 ugP/g.

Con el objetivo de controlar malezas, el 20/8/1998 se aplicó 106 g ia/ha de imazethapir y el 1/10/1998 576 g ia/ha de 2,4 DB.

El experimento al 3/11/1998 presentaba 153 plantas por m².

Los tratamientos evaluados en la evolución de la floración consistieron en tres fechas de cierre (3/11/98, 3/12/98, 5/1/99) y 7 momentos de conteo, mientras que referente a la evolución de la producción de semilla se cuantificaron 3 momentos de cosecha.

Los momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla se especifican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla analizados estadísticamente.

FECHA DE CIERRE	MOMENTOS DE EVALUACIÓN
3/11/1998	MF 23/12 - 30/12 - 6/1 - 13/1 - 20/1 - 27/1 - 3/2 MC 20/1 - 27/1 - 3/2
3/12/1998	MF 30/12 - 6/1 - 13/1 - 20/1 - 27/1 - 3/2 - 10/2 MC 27/1 - 3/2 - 10/2
5/01/1999	MF 24/2 - 3/3 - 10/3 - 17/3 - 24/3 - 1/4 - 7/4 MC 24/3 - 1/4 - 7/4

MF: momentos de conteo

MC: momentos de cosecha

Para asegurarse la presencia de polinizadores se colocaron 5 colmenas próximas al ensayo.

3.1.1. Determinaciones:

Para la evaluación de la evolución de la floración se contó el número de cabezuelas en 2 cuadros fijos de 0.5 por 0.5 m por parcela. Las mismas fueron discriminadas en: Número de cabezuelas inmaduras (N°CI) definidas como aquellas que el 50% o más de las flores presentaban los pétalos de color rojo y número de cabezuelas maduras (N°CM) siendo aquellas en que el 50% o más de las flores presentaban los pétalos de color marrón.

Para la cuantificación de las curvas de semillazón se realizó para los diferentes momentos de cosecha la colecta manual de cabezuelas. Se realizó una cosecha por semana, sobre un cuadro de 0.5 por 0.5 m que se tiraba al azar dentro de la parcela. Las cabezuelas maduras (CM) e inmaduras (CI) fueron contadas y embolsadas por separado, para su posterior trilla.

Número de polinizadores: Se comenzó contando semanalmente a las 14 hs en los dos cuadros fijos por parcela, durante un minuto, el número de abejas *Apis mellifera* y de *Bombus spp* y *Xilocopa spp*, no diferenciándose entre estos. Dado la baja actividad de los polinizadores registrada el 13/1 se decidió contarlos en toda la parcela.

Número de flores por cabezuela: En el pico de floración correspondiente a cada fecha de cierre, se cosecharon 10 cabezuelas inmaduras por parcela, localizadas sobre tallos principales y se les contó el número de flores por cabezuela.

Número de semillas por cabezuela: Fue determinado a partir de la cosecha de 10 cabezuelas maduras por parcela, colectadas sobre tallos principales en el pico de semillazón correspondiente a cada fecha de cierre. Estas se trillaron individualmente contándose el número de semillas por cabezuela.

Rendimiento de semilla: Fue determinado a partir de las semillas obtenidas de la colecta de las CM y CI. A tal efecto las cabezuelas fueron secadas durante 48 horas mediante estufa con circulación forzada de aire regulada a 30°C. Las cabezuelas fueron trilladas manualmente y la semilla se limpió mediante zarandas y viento.

Peso de 1000 semillas: Se determinó tomando una muestra conjunta dentro de cada fecha de cierre de las 4 repeticiones en cada momento de cosecha y se pesaban 200 semillas. Esta metodología no permite realizar el análisis estadístico de esta información.

Porcentaje de germinación: Se determinó a partir de una muestra conjunta dentro de cada fecha de cierre de las 4 repeticiones en cada momento de cosecha. La

muestra estaba compuesta por 100 semillas y se siguieron las normas recomendadas por ISTA (1996). Esta metodología no permite realizar el análisis estadístico de esta información.

Posteriormente, al último momento de cosecha se determinó la producción de forraje. El mismo era cortado con pastera experimental, dejándose un rastrojo de 5 cm de altura. El forraje fue secado en estufa con circulación de aire forzada, a 90 °C hasta peso seco constante, expresándose los rendimientos en kg MS/ha.

Para el análisis estadístico del estudio de la floración se evaluaron 21 tratamientos, resultado del arreglo factorial de 3 fechas de cierre por 7 momentos de conteo, se reportan además para la última fecha de cierre 4 momentos de conteo anteriores a las fechas incluidas en el análisis estadístico al solo efecto informativo. En cuanto a la semillazón los 9 tratamientos analizados se originan a partir de las tres fechas de cierre anteriormente especificadas por 3 momentos de cosecha, se reportan además para las segunda y tercer fecha de cierre 1 y 2 momentos de cosecha respectivamente, anteriores a las fechas incluidas en el análisis estadístico al solo efecto informativo.

La disposición en el campo correspondió a un diseño de parcelas divididas dispuestas en cuatro bloques al azar. Las fechas de cierre se localizaron en las parcelas grandes, en tanto, los momentos de conteos de cabezuelas y cosecha de semillas correspondieron a las subparcelas.

El tamaño de parcela utilizado fue de 5 por 3 m y el de las subparcelas de 0.5 por 0.5 m.

Las precipitaciones y temperaturas medias mensuales registradas entre setiembre de 1998 y abril de 1999 se presentan en la Figura 1 y 2.

Análisis estadístico: El análisis de varianza fue realizado con el programa SAS (Statiscal Analysis Sistem, versión 6.12). Para el análisis de las variables que implicaron conteos los datos fueron transformados en raíz cuadrada mientras que para las variables en porcentaje se utilizó arcoseno. La separación de medias, cuando correspondió, se realizó mediante Mínima Diferencia Significativa (MDS).

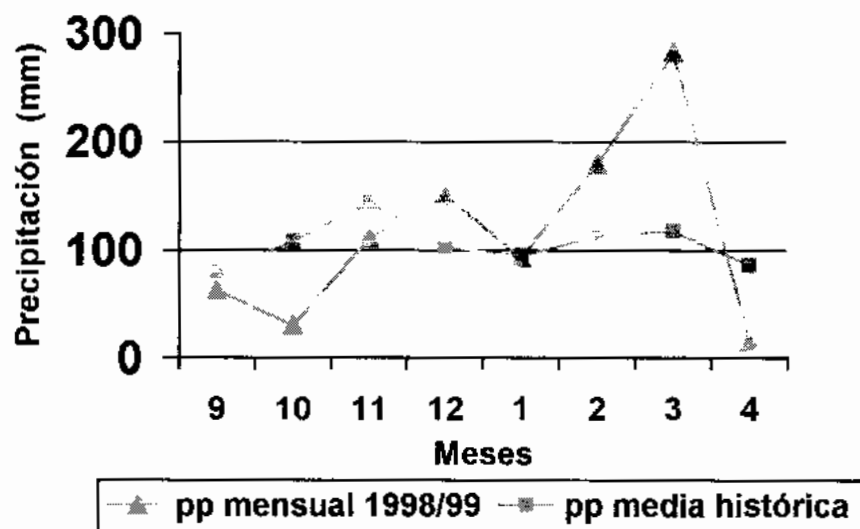


Figura 1. Precipitación media mensual y promedio histórico. INIA. La Estanzuela, 1999.

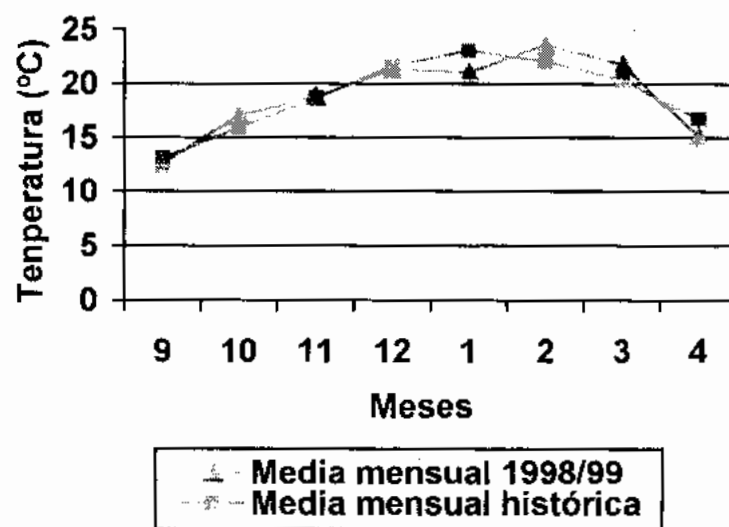


Figura 2. Temperatura media mensual y promedio histórico. INIA, La Estanzuela, 1999.

3.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2.1. Curva de floración

3.2.1.1. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m².

En la Figura 3 se presenta la evolución del número de cabezuelas inmaduras por m² (N°CI/m²), para las 3 fechas de cierre estudiadas.

El análisis de varianza (Anexo 1) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo, indicando que la evolución de la población de CI varió diferencialmente con las fechas de cierre.

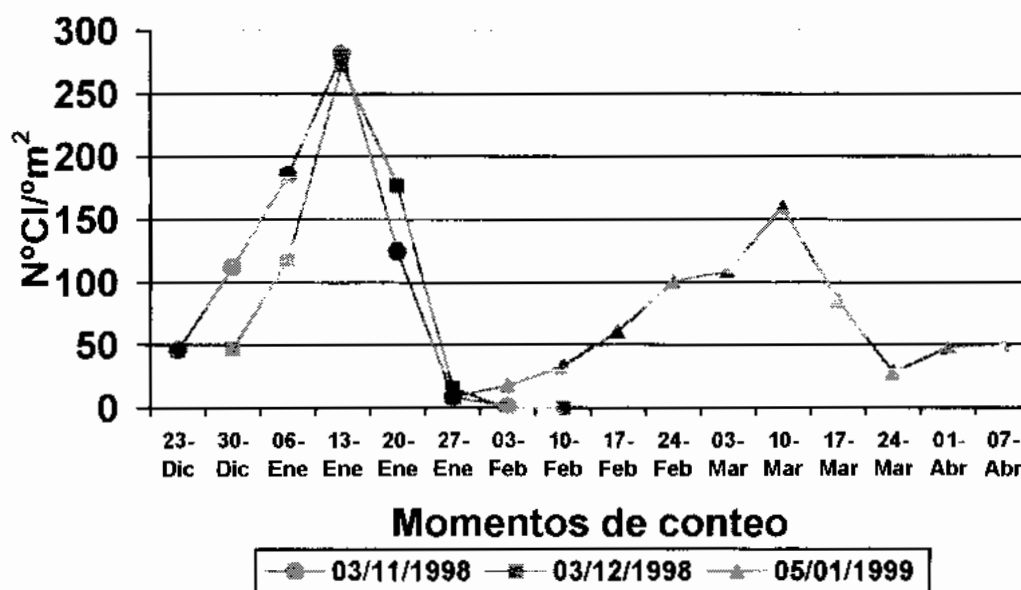


Figura 3. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m² en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

Globalmente en los cierres del 3/11 y 3/12 el trébol rojo presentó una curva de floración similar en términos de duración y población de cabezuelas, mientras que el cierre mas tardío correspondiente al 5/1, presentó una floración más extendida con una población de cabezuelas significativamente menor (Figura 3) (Anexo 2). Estas diferencias en el comportamiento reproductivo del cultivo en respuesta a la fecha de cierre mas tardía explica la interacción detectada.

Los picos de floración para los cierres del 3/11 y 3/12, se alcanzaron el mismo día, 13/1, con 282 y 276 CI/m² respectivamente no existiendo diferencias significativa entre ambos, mientras que para el cierre del 5/1 se alcanzó el 10/3, con solamente 160 CI/m², siendo este valor significativamente menor a los anteriores (Figura 3) (Anexo 2).

En el cuadro 2 se observa que existió diferencia significativa entre fechas de cierre en el número de días transcurridos desde el cierre al pico de floración. En el cierre del 3/12 el cultivo demoró 28 días menos en alcanzar el pico de floración comparado con el cierre 3/11 y 23 días menos que el cierre del 5/1 (Anexo 3). Una tendencia similar fue reportada por Clifford (1979), que determinó un retraso del pico de floración de sólo una semana cuando atrasaba la fecha de cierre en 60 días del 1/10 al 1/12.

Cuadro 2. Número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración y tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración.

Fecha de cierre	Días al pico de floración	Tasa diaria de aparición de inflorescencias
3/11/1998	69 A	13 B
3/12/1998	41 C	16 A
5/01/1999	64 B	4 C
DMS 0.05	3.50	2.77

El análisis de varianza (Anexo 4) muestra diferencia significativa entre las fechas de cierre y la tasa diaria promedio de aparición de CI/m². La mayor tasa diaria promedio de aparición de cabezuelas inmaduras por m² correspondió al cierre del 3/12 seguido por el cierre del 3/11 con un 19% menos, en tanto que para la última fecha de cierre dicha tasa fue un 75% menos que la mas acelerada (cuadro 2).

La emergencia de cabezuelas en los dos primeros cierres abarcó un período de 45 días, mientras que en el último cierre siguieron emergiendo durante los 70 días que duró la evaluación (Figura 3).

3.2.1.2. Evolución del número de cabezuelas maduras por m².

El análisis de varianza (Anexo 5) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

Al igual que la evolución del N°CI/m², las fechas de cierre 3/11 y 3/12, tuvieron similar evolución en el número de cabezuelas maduras por m² (N°CM/m²), alcanzado máximos de 650 y 603 respectivamente, sin diferir ($p > 0.05$) entre ambos. En el último cierre, 5/1 se alcanzó un máximo de 336 CM/m² siendo significativamente menor a los determinados en las dos primeras fechas de cierre (Figura 4) (Anexo 6).

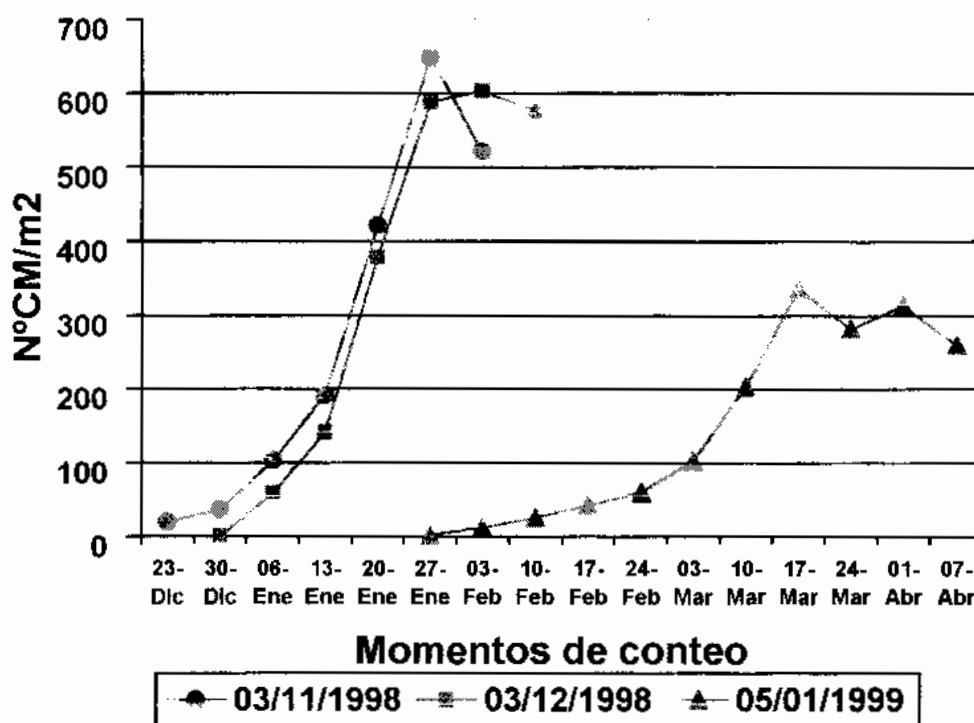


Figura 4. Evolución del número de cabezuelas maduras por m^2 en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

Los valores máximos de cabezuelas maduras para los cierres del 3/11, 3/12 y 5/1 fueron registrados el 27/1, 3/2 y 17/3 a los 14, 21 y 7 días después de los picos de floración, respectivamente (Figuras 3 y 4). Sin embargo, en la segunda fecha de cierre el $N^{\circ}CM/m^2$ cuantificado el 27/1 no difirió significativamente del correspondiente al 3/2. Tal característica permite asimilar que las dos primeras fechas de cierre alcanzaron el máximo $N^{\circ}CM/m^2$ el mismo día, corroborando la mayor tasa de diferenciación reproductiva en la segunda fecha de cierre, tal como fue reportada en el Cuadro 2 (Anexo 6).

La disminución de los días transcurridos entre el pico de CI y CM que se observan en el último cierre probablemente se debió a que del 27/1 al 3/3 el cultivo tuvo una baja tasa de maduración debido probablemente a problemas en el cuajado sumado a las bajas temperaturas medias registradas y a las abundantes precipitaciones (Figura 1). A partir del 3/3 hasta el 17/3 se da un incremento de las temperaturas media diarias que pasaron de 17 °C del período anteriormente mencionado a 20 °C, provocando una rápida maduración de las cabezuelas y un incremento en el número de CI, alcanzando el pico el 10/3 (Figura 3) que rápidamente maduraron.

El 3/2 se produjo una disminución significativa en el $N^{\circ}CM/m^2$ en el cierre del 3/11 (Figura 4) (Anexo 6), probablemente originado por las precipitaciones registradas el 2/2 que totalizaron 75 mm. La lluvia puede haber afectado de dos formas el $N^{\circ}CM/m^2$ contadas, una determinando directamente el desprendimiento de cabezuelas en estado muy avanzado de madurez y/o que el cultivo volcado por la

lluvia localizó algunas cabezuelas muy cerca del suelo, cubiertas por el propio forraje impidiendo su conteo. Esta lluvia no afectó el N°CM/m² del cierre del 3/12, debido probablemente a que las cabezuelas no estaban tan secas, y por lo tanto más resistentes al desprendimiento y/o disgregación parcial.

El 10/2 se verificó una disminución no significativa en el N°CM/m² contadas probablemente originada también por las precipitaciones registradas el 7/2 que totalizaron 83 mm.

En el cierre del 5/1 se observa que luego del pico máximo de CM/m² estas disminuyeron alcanzando dicha tendencia a ser significativa el 7/4 (Anexo 6). Las altas precipitaciones de febrero y marzo (Figura 1), promovieron un importante desarrollo vegetativo, que originó el vuelco del cultivo afectando el número de CM/m² originando una tendencia a la baja de las mismas por desprendimiento y/o disgregación (Figura 4).

Dentro de cada fecha de cierre se pueden separar tres fases de maduración de cabezuelas en función de la tasa de maduración. Una primer fase se caracteriza por una baja tasa de incremento diario en el N°CM correspondiendo a valores de 8, 10 y 3 CM/m²/día para los tres cierres respectivamente. La segunda fase de maduración, caracterizada por altas tasas, comienza a partir del 13/1 en los dos primeros cierres, momento que coincide con los picos de floración (Figura 3) y en el último cierre comienza una semana antes del pico de floración. En esta segunda fase, se da la mayor tasa de aparición de CM, alcanzando entre 32 y 33 CM/m²/día para los 2 primeros cierres y 17 CM/m²/día en el último cierre.

A partir del 27/1 para las dos primeras fechas de cierre y del 17/3 para la última se verifica que las tasas de maduración tienden a 0 o son negativas debido a las disminuciones registradas en los conteos finales correspondientes a cada fecha de cierre. Esta característica define la tercer fase (Figura 4).

Los cierres del 3/11 y 3/12 presentaron tasas similares de emergencia y maduración de cabezuelas. En el último cierre la tasa de emergencia de cabezuelas es mayor a la tasa de maduración, ampliándose esta diferencia en los últimos momentos de conteo. Las condiciones climáticas y la floración de un cultivo de Girasol a 400 m del semillero probablemente determinaron problemas en la polinización, permaneciendo las CI un período superior al lapso entre dos conteos, razón por la cual parte de las CI podrían haberse contado nuevamente en la siguiente fecha de conteo (Figura 5).

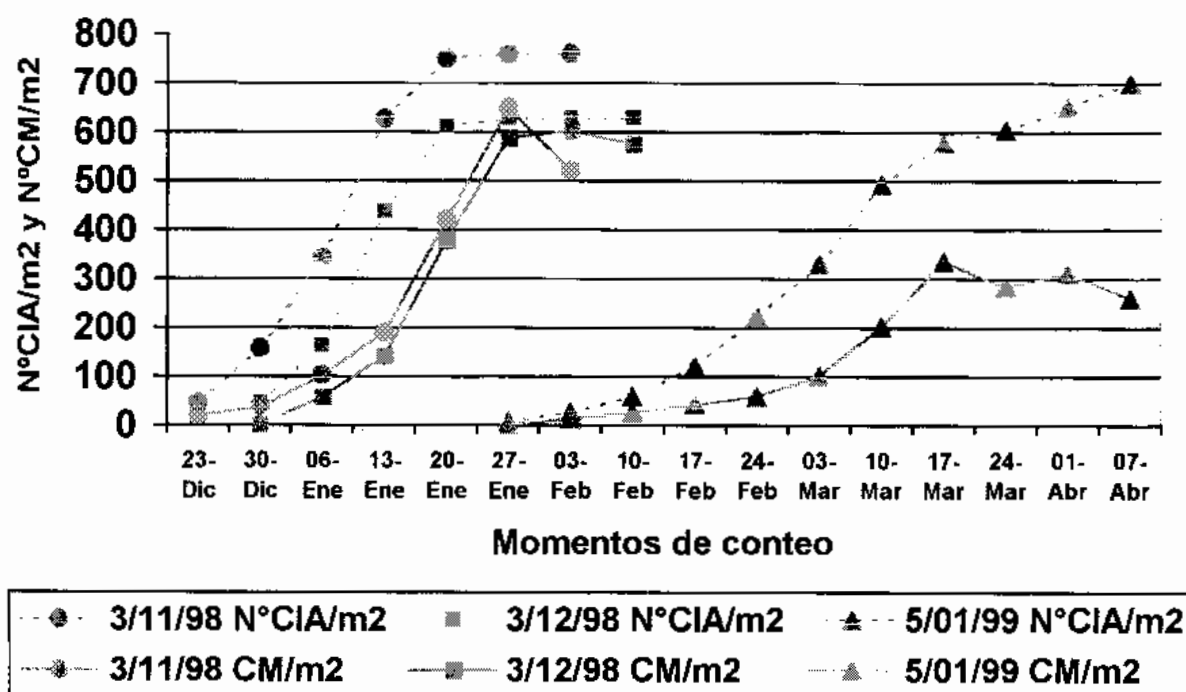


Figura 5. Evolución del número de cabezuelas inmaduras acumuladas por m^2 ($N^\circ CIA/m^2$) y el $N^\circ CM/m^2$ en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

3.2.1.3 Evolución del número de cabezuelas totales por m^2 .

El análisis de varianza (Anexo 7) muestra una interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

Los picos de cabezuelas totales por m^2 (CT/m^2) en los dos primeros cierres se alcanzaron el 27/1, y el 17/3 en el último cierre, coincidiendo con los picos de CM/m^2 (Figuras 4 y 6).

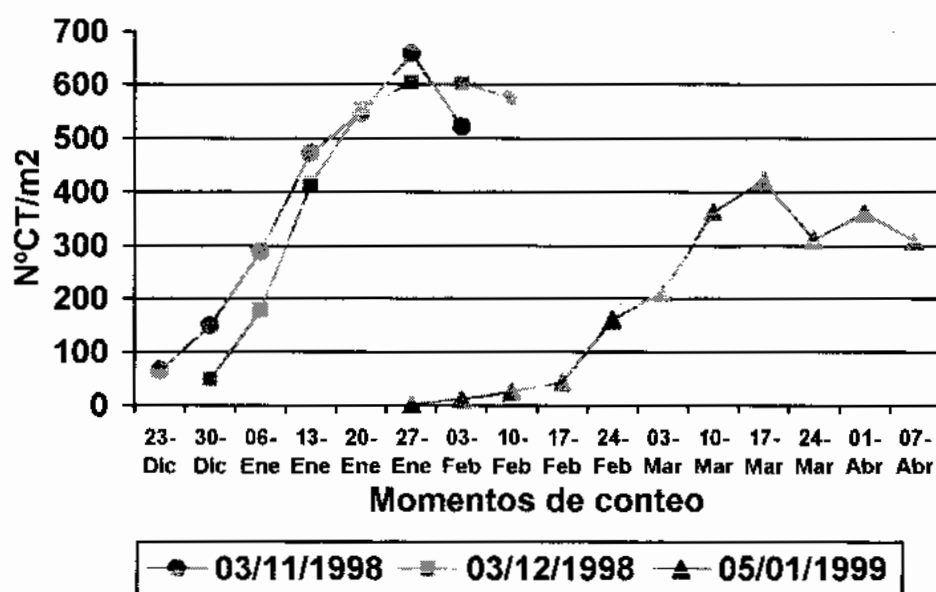


Figura 6. Evolución del número de cabezuelas totales por m^2 en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

En los cierres del 3/11 y 3/12 los máximos $N^{\circ}CT/m^2$ alcanzados fueron de 659 y 604 respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos (Anexo 8). Para las dos primeras fechas de cierre los $N^{\circ}CT/m^2$ registrados son similares a los $N^{\circ}CM/m^2$ reportados previamente (Figura 4 y 6). Esta similitud indica que para las dos primeras fechas de cierre el trébol rojo presentó un patrón de floración definido, no generando nuevos flujos de floración más tardía en el período estudiado.

En el último cierre se constató una disminución significativa en el máximo $N^{\circ}CT/m^2$ comparado con los dos primeros cierres, alcanzando un valor de 422 cabezuelas, que implica un 36% menos que el primer cierre (Anexo 8). La menor capacidad de producción de cabezuelas del cierre de enero comparativamente con los anteriores coinciden con las tendencias reportados por Pritsch (1978) y Formoso (1996) que encontraron que al retrasar la fecha de cierre disminuía significativamente el $N^{\circ}CT/m^2$. Esta disminución puede haberse acentuado por los altos contenidos de agua en el suelo que reduce el número de cabezuelas por planta (Hollowell, 1929).

Las disminuciones que se observan en el $N^{\circ}CT/m^2$ para los 3 cierres en el último conteo se explica en función de las precipitaciones registradas, tal como se reportó cuando se discutió la disminución en el $N^{\circ}CM/m^2$.

En la última fecha de cierre, probablemente como consecuencia de las abundantes precipitaciones registradas, (Figura 1) el cultivo continuó formando nuevas cabezuelas (Figura 3) hasta el final del período estudiado. Esta característica determina que el $N^{\circ}CT/m^2$ (Figura 6) registre un valor superior al $N^{\circ}CM/m^2$ (Figura 4), aspecto que implica un patrón de floración mas indefinido, ya que coexisten simultáneamente CM y CI. Este atributo, en términos prácticos se traducen en una mayor dificultad en la determinación del momento óptimo de cosecha.

3.2.1.4. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras.

En la Figura 7 se observa la evolución del porcentaje de cabezuelas maduras (%CM) para las 3 fechas de cierre. Esta variable constituye un indicador importante en la determinación del momento óptimo de cosecha.

El análisis de varianza (Anexo 9) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

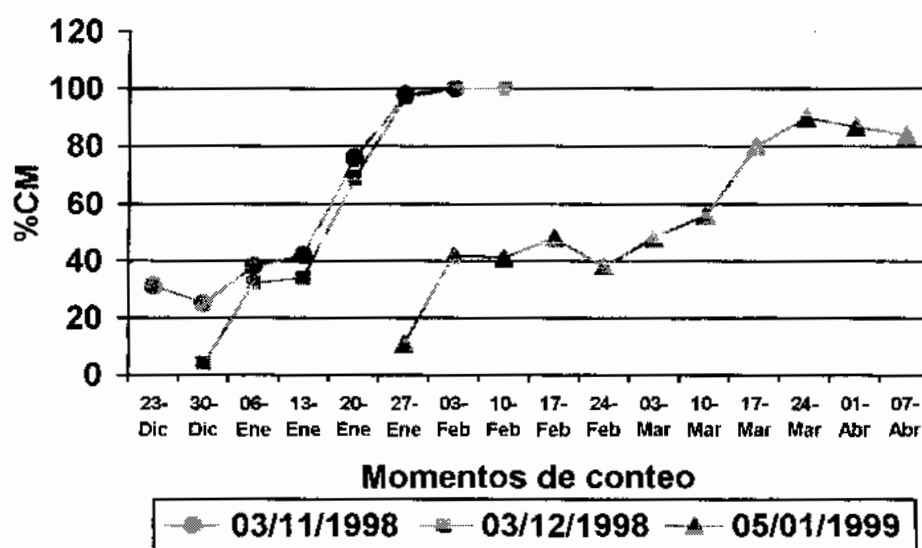


Figura 7. Evolución del porcentaje de CM en tres fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

Al igual que para las variables analizadas anteriormente el %CM tuvo similar comportamiento en los cierres del 3/11 y 3/12, llegando a 100% de CM el 3/2 para ambas fechas de cierre (Figura 7).

En el último cierre disminuyó significativamente el %CM comparado con los dos primeros cierres. El máximo %CM fue de 90%, que se registró el 24/3, disminuyendo posteriormente alcanzando a ser significativo el 7/4, debido a una nueva aparición de CI originadas a partir de nuevos tallos generados como consecuencia de las abundantes precipitaciones registradas (Figuras 3 y 7) (Anexo10).

El número de días transcurridos dentro de cada fecha de cierre entre pico de floración y máximo % CM fue de 21, 21 y 14 días respectivamente de la primera a la tercera fecha de cierre.

Otro atributo diferencial que presenta el trébol rojo en la última fecha de cierre con referencia al porcentaje de maduración de cabezuelas se verifica en el

período comprendido entre el 3/2 y el 10/3, que implica 35 días donde los %CM incrementaron muy lentamente (Figura 7).

3.2.1.5 Número de flores por cabezuela.

El tamaño de cabezuelas, medido en función del número de flores por cabezuela inmadura en cada pico de floración según fecha de cierre, varió significativamente ($p < 0.0003$) (Anexo 11) con la fecha de cierre, (Figura 8)

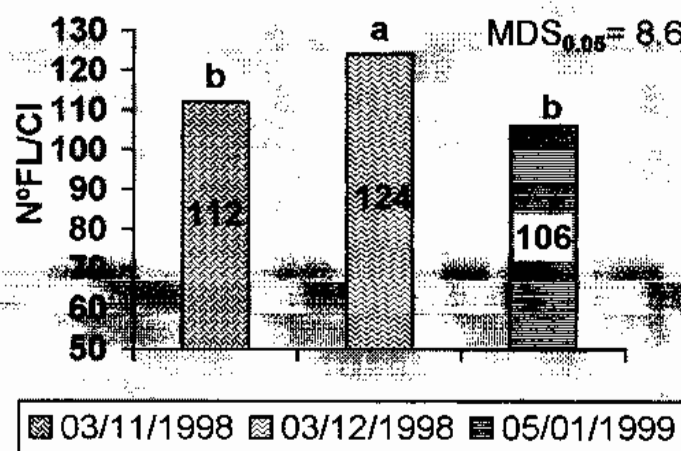


Figura 8. Número de flores por cabezuela inmadura (NºFL/CI) en tres fechas de cierre.

El mayor NºFL/CI fue 124 para el cierre del 3/12 siendo este valor significativamente diferente y superior a los presentados por las cabezuelas en los cierres del 3/11 y 5/1, los cuales tuvieron 10% y 15% menos FL/CI respectivamente (Figura 8).

Los valores registrados son superiores a los encontrados por Mandl, (1972) que reportó 70-98 flores por cabezuela.

La tendencia reportada por Seiffert y Skirde (1959), citado por Stoddart, (1960) y Rincker *et al.*, (1977), que al retrasar la fecha de cierre aumenta el NºFL/CI, concuerda con lo observado en los cierres del 3/11 y 3/12, en tanto, esta tendencia no se mantuvo en el último cierre. Es importante destacar que los autores citados anteriormente no trabajaron con fechas de cierre tan tardías como el 5/1.

3.2.2. Curva de semillazón

3.2.2.1. Evolución del número de cabezuelas maduras por m^2 .

El análisis de varianza (Anexo 12) muestra interacción significativa ($p < 0.0160$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Al igual que lo observado en el estudio de las curvas de floración, los dos primeros cierres presentaron poblaciones máximas similares de CM/m^2 y significativamente mayores a los valores obtenidos en el último cierre (Figura 9) (Anexo 13).

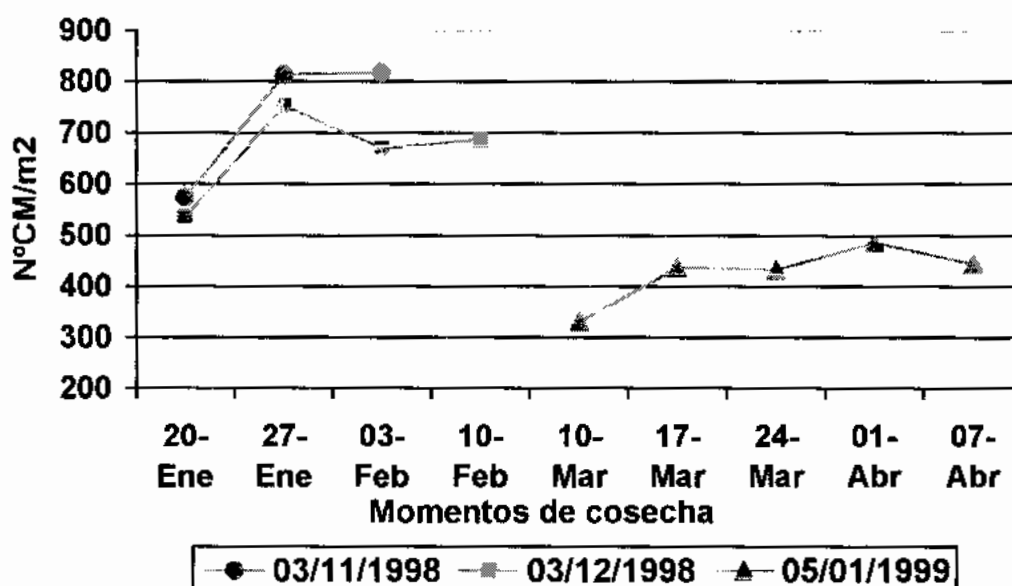


Figura 9. Evolución del número de cabezuelas maduras por m^2 en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Los cierres del 3/11 y 3/12 llegaron al máximo $N^{\circ}CM/m^2$ el 27/1 alcanzando poblaciones de 813 y 754 respectivamente, mientras que en el último cierre el máximo se alcanzó el 1/4 con 485 CM/m^2 (Figura 9).

Comparando las poblaciones máximas registradas en los conteos de las curvas de floración y cosecha correspondientes a las curvas de semillazón existen diferencias similares para los 3 cierres, de aproximadamente 150 CM/m^2 a favor de las cosechadas (Figuras 4 y 9). Esta diferencia puede haberse originado por el método de muestreo aplicado. La cosecha de cabezuelas implicaba juntar todas las cabezuelas incluyendo aquellas que estaban muy cerca del suelo, ocultas por el forraje, estas no se registraban en los conteos correspondientes a la determinación de la curva de floración a los efectos de no disturbar excesivamente los lugares de conteo.

Las variaciones en el $N^{\circ}CM/m^2$ que se registraron después de los máximos, en ninguno de los 3 cierres fueron significativas.

3.2.2.2. Evolución del número de cabezuelas totales por m².

Solamente la fecha de cierre afectó significativamente ($p < 0.0039$) la evolución del N°CT/m² (Anexo 14).

Los picos de CT/m² en los dos primeros cierres se alcanzaron el 27/1 y el 1/4 en el último cierre, coincidiendo con los picos de CM (Figuras 9 y 10).

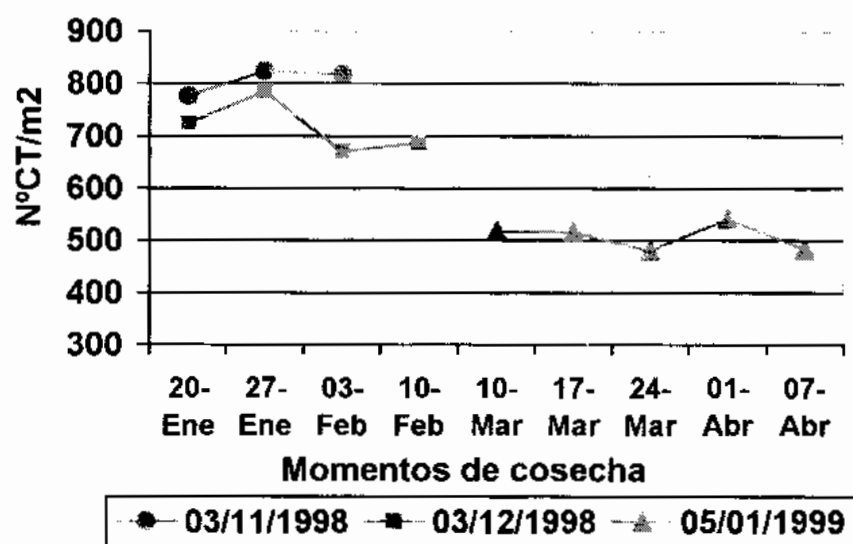


Figura 10. Evolución del número de cabezuelas totales por metro cuadrado en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Las poblaciones máximas de cabezuelas que alcanzó el trébol rojo en las distintas fechas de cierre fueron: 825, 785 y 542 respectivamente (Figura 10), siendo estadísticamente iguales las poblaciones correspondientes de los primeros cierres y significativamente mayores a la del último cierre (Anexo 15).

Estos resultados son inferiores a los máximos obtenidos en el Estado de Washington (USA), que alcanzan poblaciones superiores a 1323 CT/m² (Rincker *et al.*, 1977).

Los valores obtenidos en los dos primeros cierres son superiores al rango determinado bajo condiciones de días húmedos y fríos que osciló entre 398-611 CT/m² (Wilsie, 1949; Clifford y Scott, 1989), coincidiendo con los alcanzados por el último cierre.

En el cierre del 3/12 luego del pico se registró una disminución significativa en el N°CT/m² (Anexo 15).

3.2.2.3. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras.

El análisis de varianza (Anexo 16) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Mientras que para las dos primeras fechas de cierre se alcanzaron valores de 100% de CM, en la última el máximo registro corresponde a 92% siendo este valor significativamente inferior a los registrados en los dos primeros cierres (Figura 11) (Anexo 17). Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la cuantificación de las curvas de floración (Figura 7).

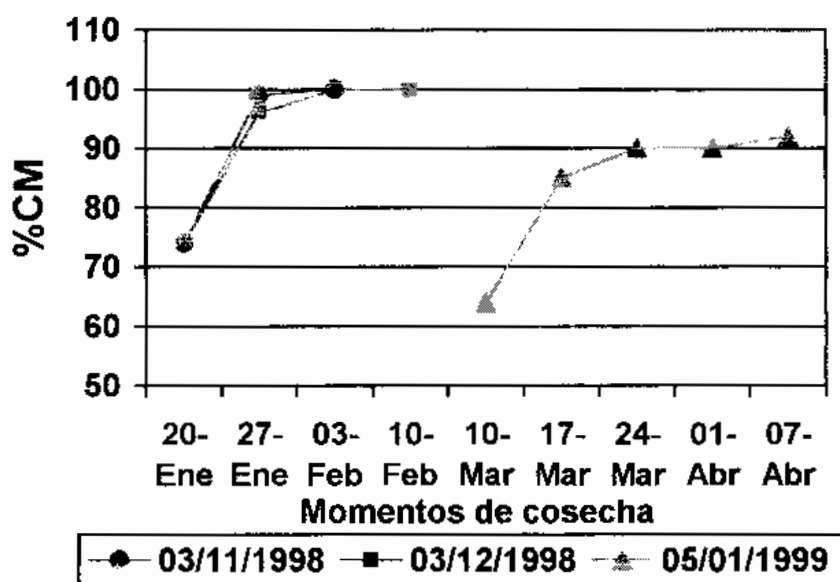


Figura 11. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

3.2.2.4. Número de semillas por cabezuela madura.

El número de semillas por cabezuela madura (N°S/CM) fue determinado a partir de la cosecha de 40 cabezuelas maduras por fecha de cierre, colectadas sobre tallos principales en el pico de semillazón (Figura 12).

El análisis de varianza (Anexo 18) muestra que el N°S/CM varió significativamente ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre.

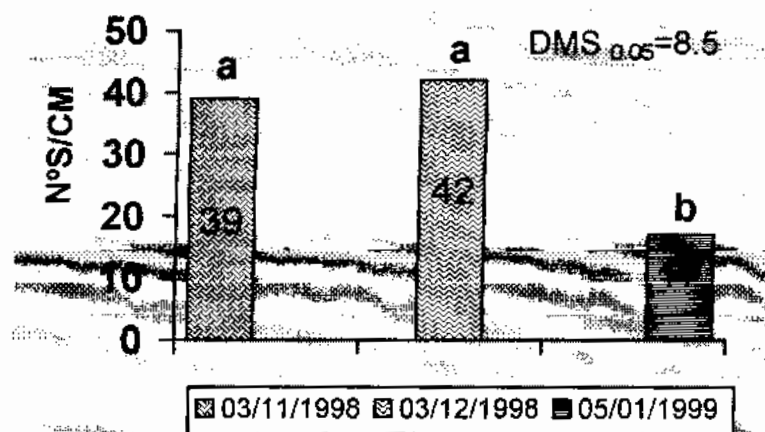


Figura 12. Número de semillas por cabezuela madura en tres fechas de cierre.

Los NºS/CM en los cierres del 3/11 y 3/12 fueron 39 y 42 respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos, siendo ambos valores significativamente superiores a los presentados por las cabezuelas correspondientes al cierre del 5/1 (Figura 12).

Hawkins, (1965) determinó que el número de semillas por inflorescencia es el componente del rendimiento mejor asociado a la producción de semilla. Mandl (1972) estableció un valor de $r = 0.8424$ entre ambos parámetros. Similar relación fue observada para el conjunto de progenies derivadas de Estanduela 116 y cultivares americanos entre rendimiento por inflorescencia y rendimientos por parcela ($r = 0.72$; Luzardo y Parodi, 1998).

Se determinó alta variación en el NºS/CM, con valores extremos desde 2 a 106 semillas por cabezuela, lo cual constituye un atributo importante a tener en cuenta al momento de estimar los rendimientos de un semillero.

El porcentaje de formación de semilla se define como el número de semillas en 100 flores y constituye una variable altamente correlacionada con la producción de semilla de trébol rojo y la eficiencia de polinización, (Formoso, 1996).

A partir de los valores promedios para cada fecha de cierre se calculó el porcentaje de formación de semilla como el cociente entre el NºS/CM y el NºFL/CI expresado en porcentaje.

Los cocientes obtenidos constituyen una estimación de la eficiencia de polinización en cada fecha de cierre, sin embargo es importante señalar que los valores determinados solamente constituyen una aproximación global al problema, ya que presentan como restricción metodológica que el número de flores promedio por cabezuela fue medido en el pico de floración sobre cabezuelas inmaduras localizadas sobre tallos principales, en tanto, el número de semillas por cabezuela fue

evaluado a partir de cabezuelas maduras al momento de la cosecha. Obviamente se asume que el número de flores en las cabezuelas maduras fue idéntico al de las inmaduras lo cual constituye una restricción.

Los porcentajes de formación de semillas obtenidos fueron de 35, 34 y 16% respectivamente, de la primera a la última fecha de cierre.

Los valores obtenidos en los dos primeros cierres concuerdan con los valores reportados por Formoso (1996) en semilleros de trébol rojo cv Estanzuela 116 con rendimientos de semilla de 300 kg/ha y con el rango reportado para los materiales diploides que oscila entre 20 y 35 % de cuajado (Ghristie y Choo, 1990; citado por Cuitiño, 1999).

Los valores obtenidos permiten diagnosticar que durante la tercer fecha de cierre operaron limitantes en el proceso de cuajado de la semilla que deprimieron en mas de un 50% el proceso, comparativamente con las dos fechas de cierres precedentes.

3.2.2.5. Número de semillas promedio por cabezuela madura.

El número de flores por cabezuela varía con la localización en la planta, entre tallos según sean primarios o secundarios y dentro de cada tallo con la posición terminal o axilar (Williams, 1930, citado por Carámbula, 1981). Además las cabezuelas se originan durante diferentes períodos, razón por la cual durante el desarrollo de las mismas están expuestas a variaciones térmicas e hídricas que pueden determinar diferencias de tamaño (Formoso, 1996).

Durante el período de polinización la localización de la inflorescencia dentro del estrato vegetal puede determinar diferencias en la atracción de los polinizadores la cual se traduce en variabilidad en el número de semillas formadas. Los diferentes momentos en que las flores se encuentran aptas para ser polinizadas pueden implicar diferentes condiciones climáticas, viento, radiación, precipitaciones, etc. que alteran la actividad de polinización de los insectos aumentando la variabilidad en el número de semillas formadas (Carámbula, 1981).

Los comentarios precedentes permiten explicar la alta variabilidad que puede obtenerse en el número de semillas formadas en trébol rojo y consecuentemente la dificultad metodológica en cuantificar esta variable, principalmente por los tamaños de muestras requeridas para obtener una estimación aceptable.

Una forma menos costosa consiste en calcular por métodos indirectos el número de semillas promedio para la población de cabezuelas maduras ($N^{\circ}SP/CM$) a partir del rendimiento de semilla, peso de 1000 semillas y número de cabezuelas maduras en cada momento de cosecha.

La evolución del N°SP/CM solamente fue afectada significativamente ($p < 0.0004$) por las fechas de cierre (Anexo 19). El máximo N°SP/CM en los cierres del 3/11 y 3/12 fue de 18 y 19 respectivamente, no difiriendo significativamente, entre ellos, sin embargo ambos valores fueron significativamente superiores al registrado por las cabezuelas correspondientes al cierre del 5/1, que presentó un valor máximo de 6 (Figura 13) (Anexo 20).

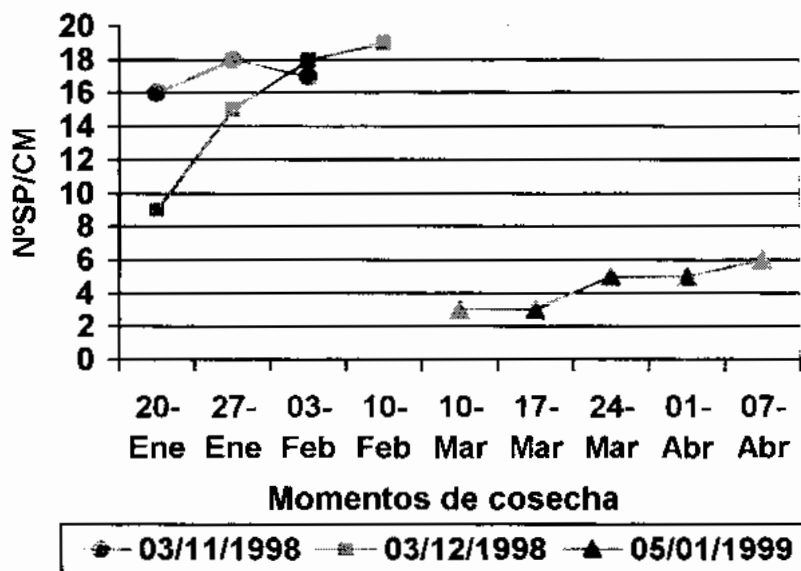


Figura 13. Evolución del número de semillas promedio por cabezuela madura en tres fechas de cierres y diferentes momentos de cosecha.

La importante disminución (300%) en el N°SP/CM en el último cierre comparativamente con los precedentes, puede deberse en parte a las abundantes precipitaciones durante febrero y marzo que probablemente hayan afectado la actividad de los polinizadores. El vuelco del cultivo determinó además que una cantidad importante de cabezuelas quedaran inmersas en la masa de forraje dificultando probablemente la accesibilidad de los polinizadores.

En la Figura 14 se muestra el N°S/CM reportado en el ítem 3.2.2.4 y el promedio obtenido en la cosecha, observándose importantes diferencias entre ambas estimaciones. Estas discrepancias probablemente se deban en parte a que el N°SP/CM surge de cabezuelas promedialmente mas pequeñas (menor N°FL/CM) al considerar además de las cabezuelas terminales las axilares. Esta surge a partir de las consideraciones de Wilsie, (1949); Starling et al. (1950); Cuitiño, (1999) que encontraron una correlación positiva y significativa entre N°FL/C y número de semillas por cabezuela.

Los valores alcanzados en los dos primeros cierres son inferiores a los valores

reportados por Hollowell (1929), para alcanzar rendimientos aceptables de semilla a nivel de chacra.

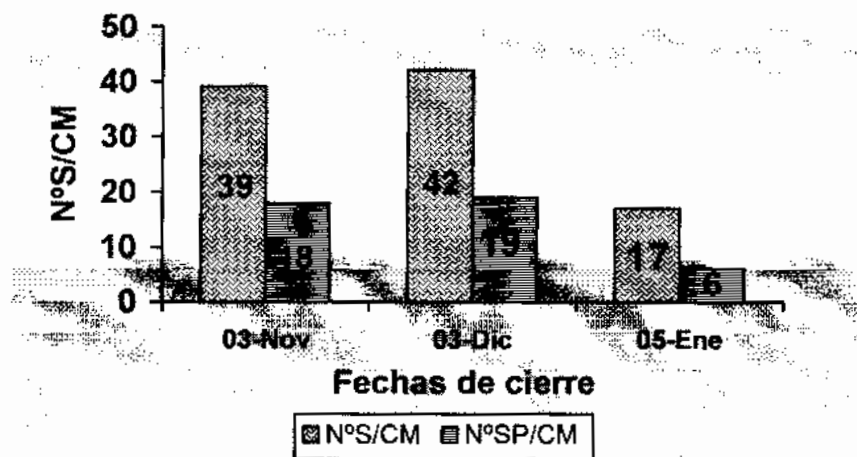


Figura 14. Número de semillas por cabezuela madura estimado y número de semillas por cabezuela madura promedio máximo obtenido en la cosecha.

3.2.2.6. Rendimiento de semilla

Los rendimientos de semilla variaron significativamente ($p < 0.0010$) con las fechas de cierre y con los momentos de cosecha ($p < 0.0055$), siendo no significativa ($p < 0.0696$) la interacción entre ambas variables (Anexo 21).

El efecto general de las fechas de cierre indica que las dos primeras alcanzaron rendimientos de semillas similares entre ellas ($p > 0.05$) y sustancialmente superiores ($p < 0.05$) a los registrados en la última fecha de cierre (Cuadro 3, Figura 15).

Cuadro 3. Rendimiento de semilla (kg/ha). Efecto de tres fechas de cierre por tres momentos de cosecha.

Fechas de cierre	Momentos de cosecha			Media
	1	2	3	
3/11	188	299	310	265 A
3/12	242	295	277	271 A
5/1	28	29	38	31 B
Media	152 b	207 a	208 a	

DMS_{0.05} = 74.0 Efecto general de 3 fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 34.0 Efecto general de 3 momentos de cosecha.

Con referencia a los momentos de cosecha, el efecto general de la variable momento indica que para las 2 primeras fechas de cierre (3/11 y 3/12) solamente el primer momento de cosecha en cada una de ellas se diferencia ($p < 0.05$) de los posteriores, los cuales presentan rendimientos similares ($p > 0.05$) entre ellos.

Los máximos rendimientos alcanzados en los cierres del 3/11 y 3/12 fueron 310 y 295 kg/ha respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos. Estos rendimientos fueron obtenidos en la cosecha del 3/2. Si bien en el cierre del 3/11 el rendimiento máximo alcanzado se obtuvo el 3/2, este no difirió significativamente del registrado el 27/1 (Figura 15).

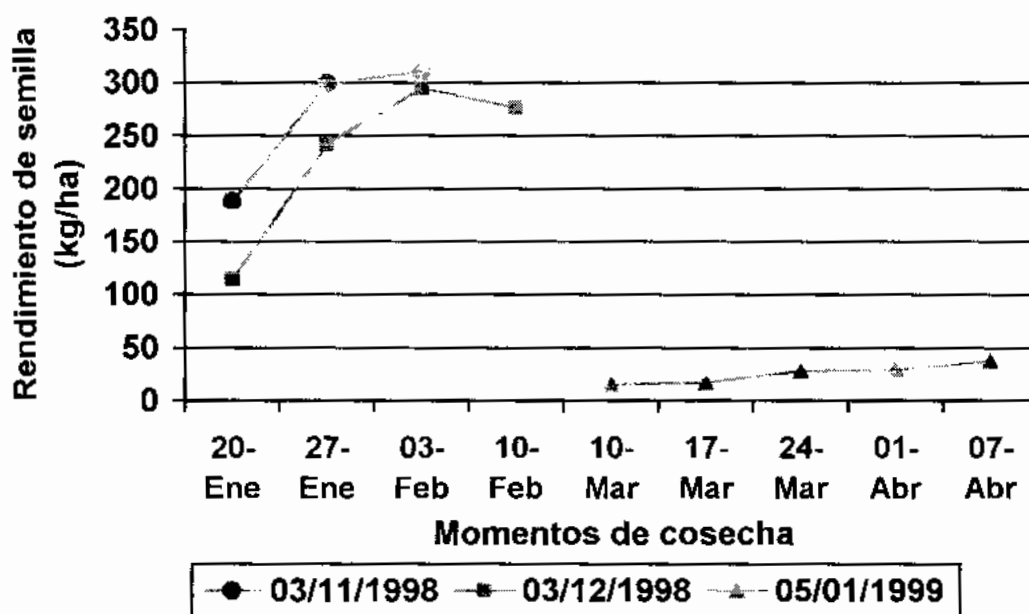


Figura 15. Evolución del rendimiento de semilla en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Los rendimientos alcanzados en el cierre del 5/1 fueron significativamente menores a los obtenidos en los dos primeros cierres. El valor máximo registrado en la fecha de cierre mas tardía correspondió a solamente 38 kg/ha (Cuadro 3). Esta producción a nivel de semilleros comerciales probablemente no justifique la cosecha.

El número de días transcurridos desde el pico de floración hasta el máximo rendimiento de semilla fue de 21 para los cierres del 3/11 y 3/12 y 28 días para el último cierre.

Analizando los componentes del rendimiento y comparando las dos primeras fechas de cierre con el último cierre se registraron disminuciones significativas del $N^{\circ}CM/m^2$ (Figura 9), $N^{\circ}CT/m^2$ (Figura 10), $N^{\circ}FL/CI$ (Figura 8), $N^{\circ}S/CM$ (Figura 12) y $N^{\circ}SP/CM$ (Figura 13).

El $N^{\circ}SP/CM$ fue el componente que más disminuyó comparado con los dos primeros cierres, lo que estaría reflejando problemas en la formación de semillas. Los bajos porcentajes de formación de semilla probablemente se explicuen en parte por las abundantes precipitaciones, muy superiores a la media histórica (Figura 1), que se registraron durante la floración del cultivo cerrado el 5/1. Seguramente el exceso de humedad perturbó la polinización, reduciendo el número de días aptos para

la actividad de los polinizadores y la atracción del semillero hacia estos. En este sentido, Vavilov *et al.* (1977), determinaron una correlación negativa $r = -0.976$ entre la producción de semilla y las precipitaciones totales.

Sumado a las condiciones ambientales desfavorables, la floración de un cultivo de Girasol a 400 m del semillero probablemente compitió por los polinizadores.

El trébol rojo del cierre del 5/1 presentó un importante alargamiento de los entrenudos que provocó el vuelco el cultivo. Este crecimiento puede haberse originado por los altos contenidos de humedad en el suelo y una disminución de la radiación (Hollowell, 1929). En este sentido Vavilov *et al.* (1977), han establecido que las condiciones ambientales durante el período de formación de los tallos tienen una influencia decisiva sobre el rendimiento de semillas de trébol rojo. Una humedad alta durante este período favorece al vuelco, lo que causa disturbios en la actividad funcional del sistema vascular del tallo. Los resultados que obtuvieron, les permite concluir que la mortalidad embrionaria resulta no solamente de la falta de polinizadores, de la baja temperatura, o de la alta humedad, sino que también resulta de la falta de un adecuado suministro de nutrientes, lo que se debería probablemente a la interrupción de la actividad funcional del sistema vascular del tallo.

3.2.2.7. Peso de 1000 semillas.

El peso de 1000 semillas constituye una medida estándar para definir el tamaño de las semillas (Charlton, 1989; citado por Bascou y Costa, 1995), teniendo especial importancia en la determinación de la calidad de semilla.

En los diferentes momentos de cosecha correspondientes a las dos primeras fechas de cierre los pesos de 1000 semillas variaron entre 2.08 g - 2.26 g, y entre 1.91 g - 2.10 g para la primera y segunda fecha de cierre respectivamente (Figura 16).

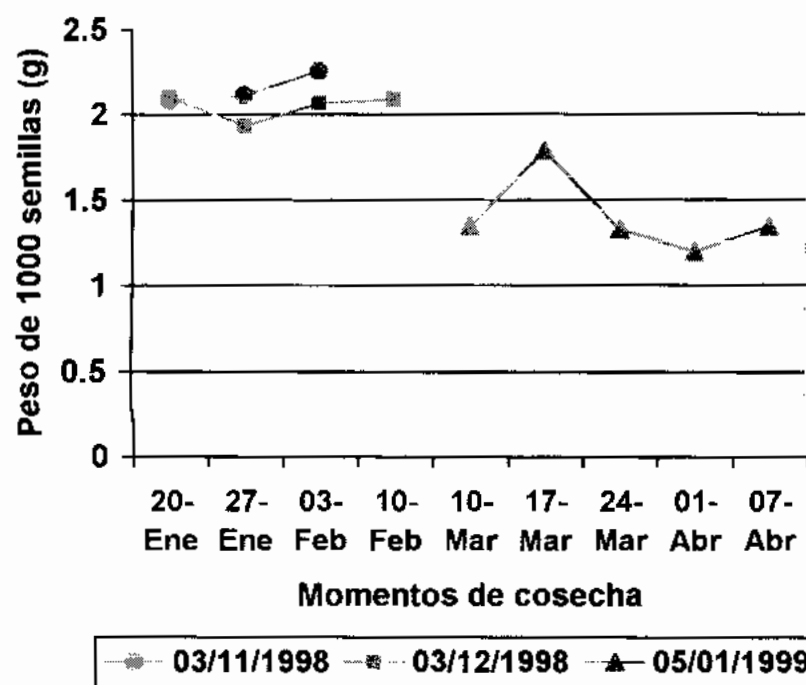


Figura 16. Evolución del peso de 1000 semillas en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Los datos registrados para los dos primeros cierres coinciden con la media (2.036 g) de los últimos 4 años del Laboratorio de Semilla de INIA La Estanzuela (Rostan C, com. pers.).

En la última fecha de cierre los pesos de 1000 semillas fueron sustancialmente menores, comparativamente con las dos fechas de cierre mas tempranas. Probablemente esto se explique por el importante vuelco que presentaba el cultivo el cual podría haber afectado la fotosíntesis y la conducción vascular de los tallos, resultando en un insuficiente suministro de fotosintatos a la semilla. Los valores determinados variaron entre 1.2 g y 1.79 g. Tales registros implican una reducción en el peso de 1000 semilla de aproximadamente un 20% con respecto a las considerados normales (Figura 16).

La disminución encontrada en el último cierre coincide con el trabajo de Pritsch (1978) que encontró una disminución en el peso de 1000 semillas en la segunda cosecha de trébol rojo cv Estanzuela 116, alcanzando un promedio de 1.52 g.

3.2.2.8. Porcentaje de germinación.

Una buena germinación es una característica esencial de toda semilla. En este estudio se consideró germinación total a la suma de las semillas que germinaron más las semillas duras, debido a que estas últimas conservan el potencial para crecer.

En los cierres del 3/11 y 3/12 los menores porcentajes de germinación fueron de 92 y 89 respectivamente. El 3/2 momento donde se alcanzaron los máximos rendimientos de semilla coincidió con los máximos porcentajes de germinación obtenidos alcanzando un 98 y 95% respectivamente (Figura 17).

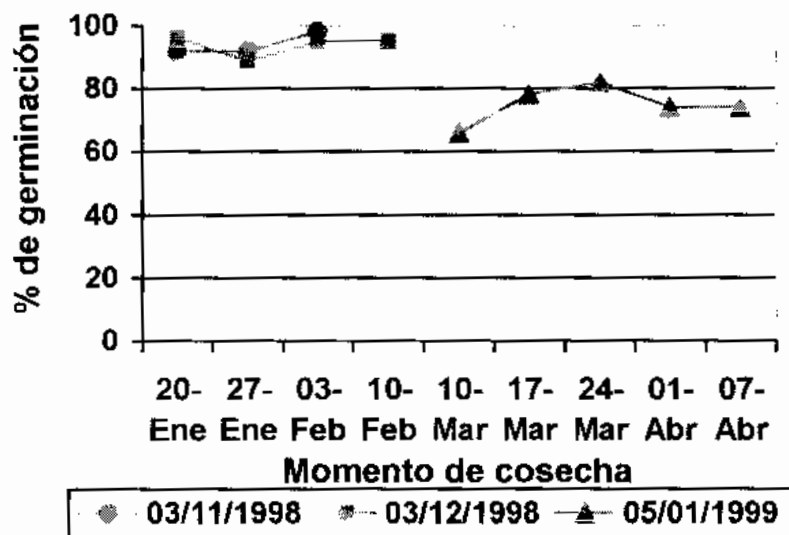


Figura 17. Evolución del porcentaje de germinación en tres fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Los valores de germinación para la tercer fecha de cierre mostraron como tendencia a ser siempre menores comparativamente con los registrados en las dos fechas de cierre precedentes. El máximo porcentaje de germinación fue de 82% alcanzado el 24/3, disminuyendo posteriormente a 74 % en los dos últimos momentos de cosecha (Figura 17).

3.2.2.9. Forraje acumulado

El análisis de varianza muestra que la acumulación de forraje en kgMS/ha varió significativamente ($p < 0.0001$) entre las fechas de cierre (Anexo 22), disminuyendo la cantidad de forraje acumulado a medida que se retrasó la fecha de cierre (Figura 18).

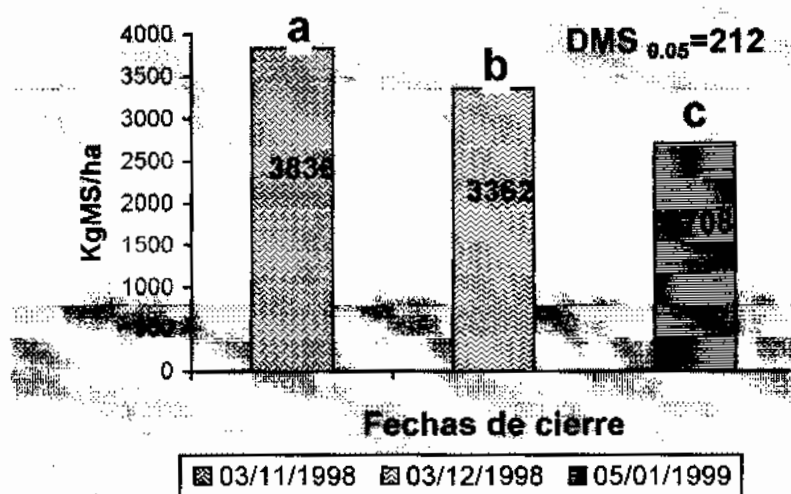


Figura 18. Forraje acumulado (kgMS/ha) al último momento de cosecha en tres fechas de cierre.

Asumiendo arbitrariamente que el crecimiento del cultivo es lineal entre la fecha de cierre y el último momento de cosecha respectivo, el cociente entre el forraje acumulado a cosecha y el período transcurrido define la tasa diaria de crecimiento de materia seca, estas fueron de 42, 49 y 29 KgMS/ha/día respectivamente de la primera a la última fecha de cierre. La mayor tasa de producción de forraje se registró en el cierre del 3/12 probablemente por condiciones más favorables de temperatura y humedad para el crecimiento. Esta característica explicaría la similitud en el desarrollo reproductivo entre las dos primeras fechas de cierre, (Cuadro 2, Figuras 3, 9, 11 y 15).

Es importante resaltar que el cultivo si bien acumuló la menor cantidad de forraje en la tercer fecha de cierre, este se encontraba totalmente volcado como consecuencia de las precipitaciones registradas. El vuelco probablemente pueda haber incidido negativamente en la fotosíntesis y consecuentemente reducido la tasa de crecimiento.

3.2.2.10. Polinizadores

La ausencia de polinizadores durante la mayoría de los conteos imposibilitó el análisis estadístico de esta variable.

En los dos primeros cierres las abejas domésticas constituyeron el 95% de los polinizadores contabilizados y los restantes fueron *Bombus spp.* y *Xilocopa spp.*, la mayoría de las abejas registradas llevaban polen, probablemente de trébol rojo por su color amarillo amarronado característico de la especie.

El máximo número de polinizadores registrado fue de 1,70 y 1.96 cada 10m² para los cierres del 3/11 y 3/12 (cuadro 4). Estos valores se obtuvieron el 13/1 momento en que el trébol rojo en las dos primeras fechas de cierre se encontraba en el pico de floración (Figura 3). Dichos registros implican una densidad de un polinizador cada 166 y 141 cabezuelas inmaduras respectivamente.

En el último cierre las abejas domésticas fueron el 40% de los polinizadores contabilizados y el 60% restante correspondió a *Bombus spp.* y *Xilocopa spp.* Probablemente la disminución de la actividad de las abejas con respecto a las dos fechas de cierres previas se debió a las condiciones climáticas desfavorables ocurridas en los momentos de conteo. Adicionalmente la presencia de un cultivo de Girasol cuya floración coincidió con la del trébol rojo cerrado el 5/1 podría explicar la menor polinización del semillero.

3.3 CONCLUSIONES

- Las curvas de floración correspondientes a las fechas de cierre del 3/11 y 3/12 fueron similares en términos de duración y población de cabezuelas, alcanzando el pico de floración el mismo día, 13/1 con 282 y 276 CI/m² respectivamente.

- El trébol rojo cerrado el 5/1, presentó una floración mas extendida con una población de cabezuelas significativamente menor, alcanzando el máximo el 10/3 con 160 CI/m².

- Las tasas diarias promedio de aparición de cabezuelas variaron significativamente con las fechas de cierre siendo de 13, 16 y 4 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre.

- Los máximos valores alcanzados de cabezuelas maduras en los cierres del 3/11, 3/12 y 5/1 fueron de 650, 603 y 336 registrados el 27/1, 3/2 y 17/3 a los 14, 21 y 7 días después del pico de floración, respectivamente.

- Las tasas de formación de cabezuelas inmaduras y maduras fueron similares en los dos primeros cierres, mientras que en el último cierre la tasa de aparición superó a la tasa de maduración.

- La evolución del porcentaje de cabezuelas maduras presentó similar comportamiento en los cierres del 3/11 y 3/12 llegando a 100% el 3/2, mientras que para el último cierre el máximo fue de 90% que se registró el 24/3.

- El mayor N°FL/CI fue de 124 para el cierre del 3/12 siendo este valor significativamente diferente y superior a los presentados por las cabezuelas en los cierres del 3/11 y 5/1 los cuales tuvieron un 10% y 15% menos FL/C respectivamente.

- El N°S/CM en los cierres del 3/11 y 3/12 fueron 39 y 42 respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos, siendo ambos valores significativamente superiores a los presentados por las cabezuelas del cierre del 5/1 que registró un valor de 17 S/CM.

- Los máximos N°SP/CM alcanzados fueron 18, 19 y 6 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre, siendo significativamente superiores los valores alcanzados en los dos primeros cierres comparados con el último.

- Los rendimientos máximos de semilla obtenidos en los cierres del 3/11, 3/2 y 5/1 fueron de 310, 295 y 38 kg/ha, registrados el 3/2, 3/2 y 7/4 respectivamente, los dos primeros fueron similares ($p>0.05$) mientras que el último fue significativamente inferior.

- El peso de 1000 semillas alcanzado en los dos primeros cierres concuerdan con los reportados para la especie (2.03g), mientras que en el último cierre los valores obtenidos fueron inferiores en un 20% a los reportados.

- Los porcentajes de germinación en el momento de máximo rendimiento fueron de 98, 95 y 74% respectivamente de la primera a la última fecha de cierre.

- A medida que se retraso la fecha de cierre, disminuyó significativamente la acumulación de materia seca.

3. 4. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo consistieron en evaluar en un semillero de primer año los efectos de diferentes fechas de cierre (3/11, 3/12 y 5/1) sobre la curva de floración y semillazón de *Trifolium platense* cv Estanduela 116. En los cierres del 3/11 y 3/12 el trébol rojo presentó una curva de floración similar, alcanzando el pico de floración el mismo día 13/1, mientras que en el cierre del 5/1, presentó una floración mas extendida con una población de cabezuelas significativamente menor. Los máximos valores alcanzados de cabezuelas maduras en los cierres del 3/11, 3/12 y 5/1 fueron de 650, 603 y 336 registrados el 27/1, 3/2 y 17/3 a los 14, 21 y 7 días después del pico de floración, respectivamente. El N°SP/CM en los cierres 3/11 y 3/12 fueron 18 y 19 respectivamente, valores significativamente superiores a los presentados por las cabezuelas del cierre del 5/1. Los máximos rendimientos obtenidos en los cierres del 3/11, 3/12 y 5/1 fueron de 310, 295 y 38 kg/ha, registrados el 3/2, 3/2 y 7/4 respectivamente. El peso de 1000 semillas y el porcentaje de germinación alcanzados en los dos primeros cierres concuerdan con los reportados para la especie, mientras que en el último cierre los valores obtenidos fueron inferiores.

3.5. SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of different closing dates (November 3, December 3 and January 5) on the flowering curve and seed production of a first year crop of *Trifolium platense* cv. Estanzuela 116. For the closing dates November 3 and December 3, the red clover presented a similar flowering curve, reaching the flowering peak the same day, January 13, while for the closing date January 5, the flowering curve was more extended and the flower bud numbers significantly lower. The maximum matured flower bud numbers for the closing dates were 650, 603 and 336 respectively. These numbers were registered on the dates January 27, February 3 and March 17, meaning 14, 21 and 7 days after the respective flowering peak. The average number of seeds per mature flower bud for the closing dates of November 3 and December 3 were 18 and 19 respectively, values that were significantly higher than the registered for the flower buds of January 5 closing date. The highest seed yields obtained for the respective closing dates were 310, 295 and 38 kg/ha. The 1000 seed weight and the percent germination reached in the two earliest closing dates coincided with the literature reports for the clover species while the latest closing date presented lower values.

4. EXPERIMENTO 2. EFECTO DE DIFERENTES FECHAS DE CIERRE EN LA FLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE TRÉBOL ROJO ESTANZUELA 116 DE SEGUNDO AÑO.

4.1. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental “Alberto Boerger ” (INIA La Estanzuela) Colonia, Uruguay.

Se instaló sobre un semillero fundación de trébol rojo E 116, sembrado a fines de mayo de 1997, sobre suelo preparado en forma convencional. Se utilizaron 10 kg /ha de semilla distribuidas en líneas a 0.15 m.

El suelo correspondió a un Brunosol Eutrítico Típico perteneciente a la unidad Ecilda Paullier - Las Brujas. Se caracterizó químicamente los 15 cm superiores del perfil presentando los siguientes valores: ph (H₂O) 6.9, C.Org 2.68 %, P (Bray I) 14.6 ugP/g.

Con el objetivo de controlar malezas, el 20/8/1998 se aplicó 420 g ia/ha de MCPA + 36 g ia/ha de Flumetsulam.

El experimento al 20/10/1998 presentaba 33 plantas por m².

Los tratamientos evaluados en la evolución de la floración consistieron en cuatro fechas de cierre (20/10/98, 20/11/98, 20/12/98, 15/1/99) y 6 momentos de conteo, mientras que referente a la evolución de la producción de semilla se cuantificaron 4 momentos de cosecha.

Los momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla se especifican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Momentos de conteo de floración y de cosecha de semilla analizados estadísticamente.

FECHA DE CIERRE	MOMENTOS DE EVALUACIÓN
20/10/1998	MF 23/12 - 30/12 - 6/1 - 13/1 - 20/1 - 27/1 MC 6/1 - 13/1 - 20/1 - 27/1
20/11/1998	MF 6/1 - 13/1 - 20/1 - 27/1 - 3/2 - 10/2 MC 20/1 - 27/1 - 3/2 - 10/2
20/12/1998	MF 27/1 - 3/2 - 10/2 - 18/2 - 24/2 - 3/3 MC 10/2 - 18/2 - 24/2 - 3/3
15/01/1999	MF 3/3 - 10/3 - 17/3 - 24/3 - 1/4 - 7/4 MC 17/3 - 24/3 - 1/4 - 7/4

MF: momentos de conteo

MC: momentos de cosecha

Para asegurarse la presencia de polinizadores se colocaron 4 colmenas próximas al ensayo

4.1.1. Determinaciones:

Para la evaluación de la evolución de la floración se contó el número de cabezuelas en 2 cuadros fijos de 0.5 por 0.5 m por parcela. Las mismas fueron discriminadas en: Número de cabezuelas inmaduras (N°CI) definidas como aquellas que el 50% o más de las flores presentaban los pétalos de color rojo y número de cabezuelas maduras (N°CM) siendo aquellas en que el 50% o más de las flores presentaban los pétalos de color marrón.

Para la cuantificación de las curvas de semillazón se realizó para los diferentes momentos de cosecha la colecta manual de cabezuelas. Se realizó una cosecha por semana hasta finalizado el ensayo, sobre un cuadro de 0.5 por 0.5 m que se tiraba al azar dentro de la parcela. Las cabezuelas maduras (CM) e inmaduras (CI) fueron contadas y embolsadas por separado, para su posterior trilla.

Número de polinizadores: Se comenzó contando semanalmente a las 14 hs en dos cuadros fijos por parcela, durante un minuto, el número de abejas *Apis mellifera* y de *Bombus spp* y *Xilocopa spp*, no diferenciándose entre estos. Dado la baja actividad de los polinizadores registrada el 13/1 en adelante se decidió contarlos en toda la parcela.

Número de flores por cabezuela: En el pico de floración, correspondiente a cada fecha de cierre se cosecharon 10 cabezuelas inmaduras por parcela, localizadas sobre tallos principales y se les contó el número de flores por cabezuela.

Número de semillas por cabezuela: Fue determinado a partir de la cosecha de 10 cabezuelas maduras por parcela, colectadas sobre tallos principales en el pico de semillazón correspondiente a cada fecha de cierre. Estas se trillaron individualmente contándose el número de semillas por cabezuela.

Rendimiento de semilla: Fue determinado a partir de las semillas obtenidas de la colecta de las CM y CI. A tal efecto las cabezuelas fueron secadas durante 48 horas mediante estufa con circulación forzada de aire regulada a 30°C. Las cabezuelas fueron trilladas manualmente y la semilla se limpió mediante zarandas y viento.

Peso de 1000 semillas: Se determinó tomando una muestra conjunta dentro de cada fecha de cierre de las 4 repeticiones en cada momento de cosecha y se pesaban 200 semillas. Esta metodología no permite realizar el análisis estadístico de esta información.

Porcentaje de germinación: Se determinó a partir de una muestra conjunta dentro de cada fecha de cierre de las 4 repeticiones en cada momento de cosecha. La

muestra estaba compuesta por 100 semillas y se siguieron las normas recomendadas por ISTA (1996). Esta metodología no permite realizar el análisis estadístico de esta información.

Para el análisis estadístico de la floración se evaluaron 24 tratamientos, resultado del arreglo factorial de 4 fechas de cierre por 6 momentos de conteo, se reportan además para los cierres del 20/11, 20/12 y 15/1, 2, 1 y 3 momentos de conteo anteriores a los incluidas en el análisis estadístico, al solo efecto informativo. En cuanto a la semillazón los 16 tratamientos se originan a partir de las 4 fechas de cierre anteriormente especificadas por 4 momentos de cosecha, se reportan además para la primera y última fecha de cierre, un momento de cosecha anterior a las fechas incluidas en el análisis estadístico al solo efecto informativo.

La disposición en el campo correspondió a un diseño de parcelas divididas dispuestas en cuatro bloques al azar. Las fechas de cierre se localizaron en las parcelas grandes, en tanto, los momentos de conteos de cabezuelas y cosecha de semilla correspondieron a las subparcelas.

El tamaño de parcela utilizado fue de 5 por 2.5 m y el de las subparcelas de 0.5 por 0.5 m.

Análisis estadístico: El análisis de varianza fue realizado con el programa SAS (Statistical Analysis System, versión 6.12). Para el análisis de las variables que implicaron conteos los datos fueron transformados en raíz cuadrada mientras que para las variables en porcentaje se utilizó arcoseno. La separación de medias, cuando correspondió, se realizó mediante Mínima Diferencia Significativa (MDS).

4.2 RESULTADOS Y DISCUSION

4.2.1. Curva de floración

4.2.1.1. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m^2 .

El análisis de varianza (Anexo 23) muestra interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo, indicando que la evolución de la población de CI varió diferencialmente con las fechas de cierre.

Como se observa en la Figura 19, en la fecha de cierre del 20/10 en el primer conteo realizado el 23/12 se registró el mayor $N^{\circ}CI/m^2$. Posteriormente el $N^{\circ}CI/m^2$ disminuyó linealmente hasta el último conteo realizado.

La fecha tardía en que se realizó el primer conteo con respecto a lo avanzado que se encontraba el desarrollo de la floración en esta primer fecha de cierre impide saber con certeza si el 23/12 correspondió a la fecha en que se registró el pico de floración o esta venía disminuyendo desde etapas previas.

Al 23/12 el cultivo presentaba en la primer fecha de cierre 100 CM/m^2 (Figura 20). Considerando que en las restantes fechas de cierre estudiadas, al momento de los picos de floración ($N^{\circ}CI/m^2$ máximos) respectivos, no presentaban menos de 100 CM/m^2 (Figura 20), se asume que para la primer fecha de cierre (20/10) el cultivo alcanzó el pico de floración el 23/12.

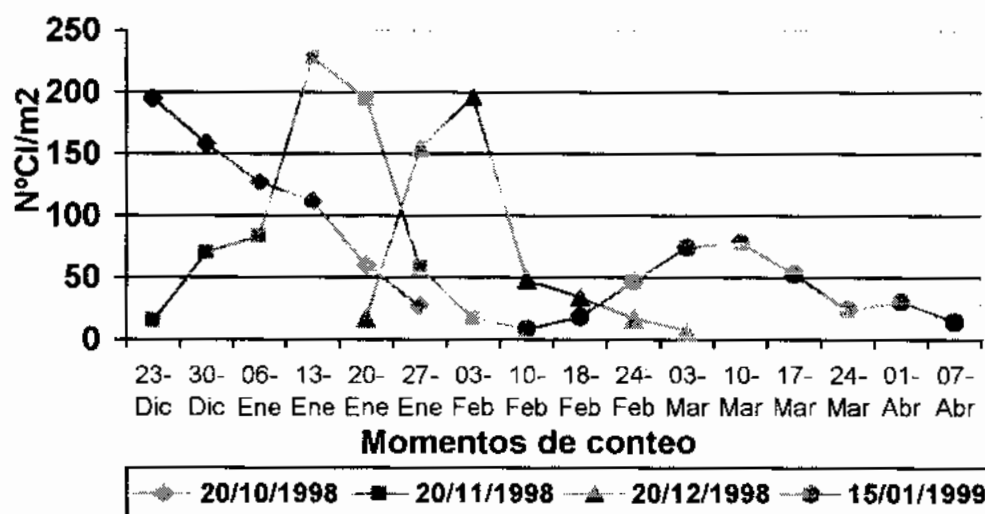


Figura 19. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m^2 en cuatro fechas de cierres y diferentes momentos de conteo.

Los picos de floración para los cierres del 20/10, 20/11 y 20/12 se alcanzaron el 23/12, 13/1 y 3/2, con 195, 228 y 195 CI/m^2 respectivamente, no difiriendo significativamente estos valores, mientras que para el cierre del 15/1 se alcanza el

10/3, con solamente 78 CI/m² siendo este valor significativamente menor a los anteriores (Figura 19) (Anexo 24).

En las primeras 3 fechas de cierre, desfasadas en 30 días entre cada cierre, se alcanzaron los picos de floración con diferencias de solamente 21 días entre ellas. Esto se explica en función de que los días al pico de floración disminuyeron significativamente de la primera a la tercer fecha de cierre (Cuadro 6) (Anexo 25). Sin embargo en la fecha de cierre más tardía (15/1) el número de días entre el cierre y el pico de floración ascendió a 51 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración y tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración.

Fecha de Cierre	Días al Pico de Floración	Tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias
20/10/1998	64 A	-----
20/11/1998	54 B	10 A
20/12/1998	45 C	13 A
15/1/1999	51 B	3 B
DMS_{0.05}	3.23	3.99

La mayor tasa diaria promedio de aparición de CI/m² correspondió al cierre del 20/12 seguido por el cierre del 20/11 no difiriendo significativamente ambos valores, mientras que para el último cierre dicha tasa fue 77% menos que la más acelerada (Cuadro 6) (Anexo 26). En el primer cierre no se pudo calcular la tasa de aparición de CI al pico de floración por lo explicado anteriormente.

4.2.1.2. Evolución del número de cabezuelas maduras por m².

El análisis de varianza (Anexo 27) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

Los máximos valores de CM por m² para los cierres del 20/10, 20/11, 20/12 y 15/1 fueron registrados el 27/1, 27/1, 24/2, y 24/3 a los 35, 14, 21 y 14 días de los picos de floración, respectivamente (Figuras 19 y 20).

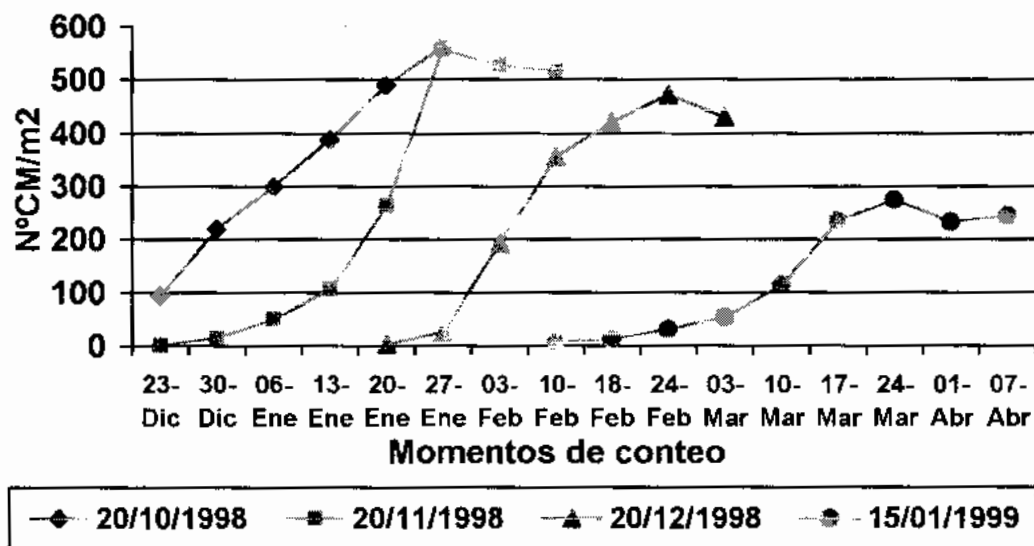


Figura 20. Evolución del número de cabezuelas maduras por m^2 en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

Las poblaciones máximas alcanzadas fueron 563, 557, 470 y 274 CM/m^2 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre (Figura 20). Los máximos alcanzados por las 3 primeras fechas de cierre no difirieron significativamente entre ellos y fueron, significativamente superiores al máximo alcanzado en el último cierre (Anexo 28).

Las disminuciones en el $N^{\circ}CM/m^2$ que se registraron en los tres últimos cierres luego de alcanzar el máximo no fueron significativas.

Dentro de las fechas de cierre del 20/11, 20/12 y 15/1 se pueden separar tres fases de maduración de cabezuelas en función de las tasas de maduración. Una primera fase se caracteriza por una baja tasa de incremento diario en el $N^{\circ}CM$ correspondiendo a valores de 5, 3 y 2 $CM/m^2/día$ con una duración de 21, 7 y 21 días para los tres cierres respectivamente. La segunda fase de maduración, caracterizada por altas tasas, comienza a partir del 13/1, 27/1 y 3/3 para los 3 cierres considerados, coincidiendo con el pico de floración en el cierre del 20/11, mientras que en los dos últimos cierres se verificó una semana antes del pico de floración (Figuras 19 y 20). En esta segunda fase, se da la mayor tasa de aparición de CM/m^2 , alcanzando 32, 23 y 13 $CM/m^2/día$ para los tres cierres respectivamente.

La tercer fase comienza a partir del 27/1, 10/2 y 17/3 en los cierres del 20/11, 20/12 y 15/1 respectivamente, donde las tasas de maduración tienden a 0 o son negativas.

Para el cierre del 20/10 solo se registró la segunda fase con una tasa de incremento diaria en el $N^{\circ}CM/m^2$ de 13. La duración de esta fase fue de 35 días, sensiblemente superior a los 14 días que duró esta fase en los 3 cierres restantes.

Probablemente esta mayor duración y menor tasa de aparición de CM registrada en el cierre del 20/10 responde a una curva de floración de mayor duración con bajas tasas de emergencia de cabezuelas, característica de los cierres tempranos.

En la Figura 21 se presentan para cada fecha de cierre los valores acumulados del N°CI y el N°CM/m². En la misma se observa dentro de cada fecha de cierre un marcado paralelismo a través de las fechas de conteos realizadas entre la emergencia de CI y las tasas de maduración de las mismas.

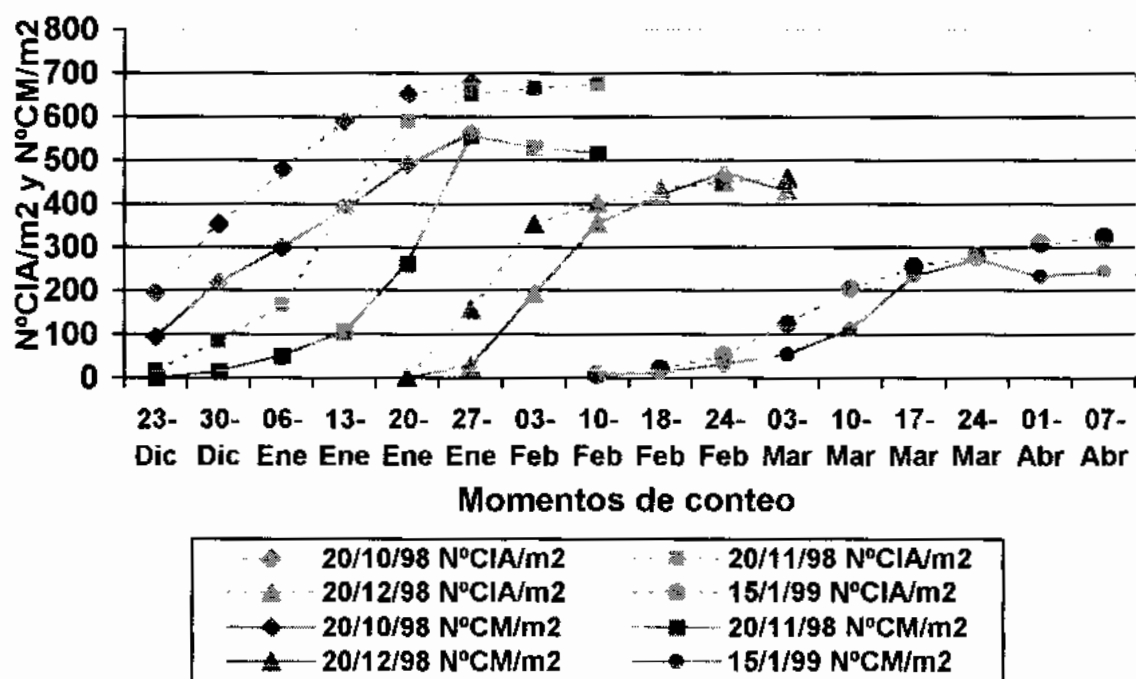


Figura 21. Evolución del número de cabezuelas inmaduras acumuladas por m² (N°CIA/m²) y el N°CM/m² en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

4.2.1.3. Evolución del número de cabezuelas totales por m².

El análisis de varianza (Anexo 29) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

Los máximos N°CT/m² en los dos primeros cierres se alcanzaron el 27/1, mientras que en las dos últimos se registraron el 24/2 y 24/3 respectivamente, coincidiendo para los cuatro cierres con los picos máximos de CM/m² (Figuras 20 y 22).

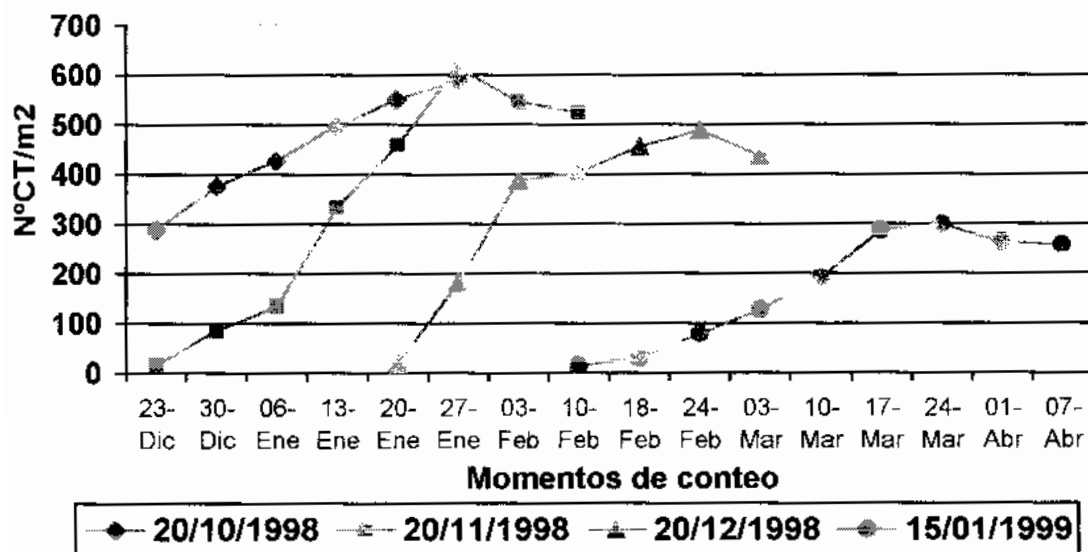


Figura 22. Evolución del número de cabezuelas totales por m^2 en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

En los cierres del 20/10 y 20/11 los máximos $N^{\circ}CT/m^2$ alcanzados fueron de 590 y 614 respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos. En los dos últimos cierres se registró una disminución significativa en el máximo $N^{\circ}CT/m^2$ comparado con los dos primeros cierres, alcanzando valores de 487 y 298 CT/m^2 respectivamente, difiriendo significativamente entre ambos (Figura 22) (Anexo 30).

En el último cierre la disminución en el $N^{\circ}CT/m^2$ fue de un 50% comparada con los dos primeros cierres. Pritsch (1978) y Formoso (1996) encontraron que al retrasar la fecha de cierre disminuía significativamente el $N^{\circ}CT/m^2$. Probablemente esta disminución fue acentuada por la muerte de plantas durante el verano, característica del trébol rojo de segundo año, dado que un alto porcentaje de las plantas se comportan como bianuales (García y Rebuffo, 1991), traduciéndose en una disminución en el número de yemas potenciales que pueden diferenciarse y dar una inflorescencia.

En el cierre del 20/11 luego del pico de CT/m^2 se da una disminución que alcanzó a ser significativa el 10/2 (Figura 22), probablemente originada por las lluvias registradas desde el 27/1 al 10/2 que totalizaron 220 mm. La lluvia puede haber afectado de dos formas el $N^{\circ}CT/m^2$ contadas, una determinando directamente el desprendimiento de cabezuelas en estado muy avanzado de madurez y/o que el cultivo volcado por la lluvia localizó algunas cabezuelas muy cerca del suelo, cubiertas por el propio forraje impidiendo su conteo.

4.2.1.4. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras.

El análisis de varianza (Anexo 31) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de conteo.

Los mayores %CM registrados fueron 98.5 y 98.4 en los cierres del 20/11 y 20/12 no difiriendo significativamente entre ambos, siendo significativamente superiores a los alcanzados por los cierres del 20/10 y 15/1 que fueron de 95% en ambos (Figura 23) (Anexo 32).

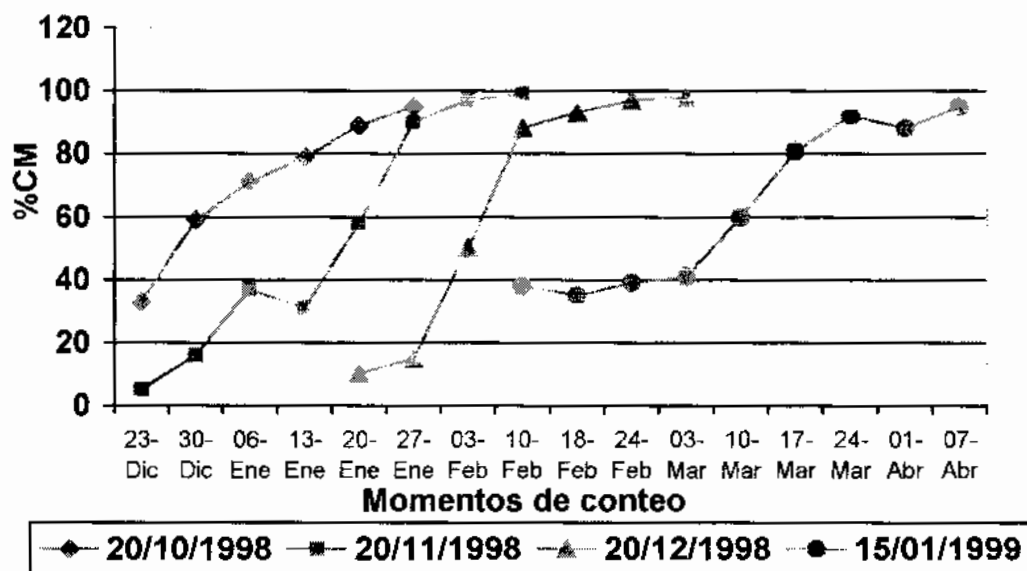


Figura 23. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de conteo.

Los menores %CM registrados en el primer y último cierre responden a curvas de floración más extendidas que difícilmente lleguen a 100% CM, haciéndose más difícil la determinación del momento óptimo de cosecha.

El número de días transcurrido dentro de cada fecha de cierre entre el pico de floración y máximo % de CM fue de 35 días para el primer cierre y 28 días para los demás cierres.

4.2.1.5. Número de flores por cabezuela.

El tamaño de cabezuelas, medido en función del número de flores por cabezuela inmadura en cada pico de floración según fecha de cierre, varió significativamente ($p < 0.0081$) (Anexo 33) con las fechas de cierre (Figura 24).

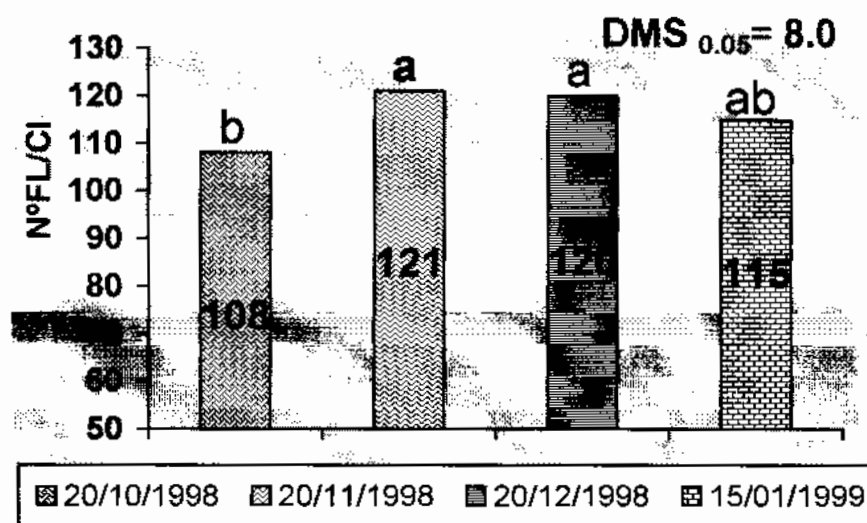


Figura 24. Número de flores por cabezuela inmadura en cuatro fechas de cierre.

El NºFL/CI registrado en los tres últimos cierres no difirieron significativamente entre ellos.

El NºFL/CI de los cierres del 20/11 y 20/12 fueron significativamente superiores a los presentados por las cabezuelas del cierre del 20/10, que tuvieron un 11% menos FL/CI.

Los valores registrados son superiores a los encontrados por Mandl, (1972) que reportó 70-98 flores por cabezuela.

La tendencia reportada por Seiffert y Skirde (1959); citado por Stoddart, (1960); Rincker *et al.* (1977), que al retrasar la fecha de cierre aumenta el NºFL/CI, concuerda con lo observado en los cierres del 20/11 y 20/12, en tanto, esta tendencia no se mantuvo en el último cierre. Es importante destacar que los autores citados anteriormente no trabajaron con fechas de cierre tan tardías como el 15/1.

4.2.2. Curva de semillazón

4.2.2.1. Evolución del número de cabezuelas maduras por m².

El análisis de varianza (Anexo 34) muestra interacción significativa ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Los cierres del 20/10 y 20/11 llegaron al máximo NºCM/m² el 27/1 alcanzando poblaciones de 976 y 827 respectivamente, no difiriendo significativamente. Los dos últimos cierres tuvieron una disminución significativa comparado con los dos primeros cierres, alcanzando valores de 589 y 427 CM/m² respectivamente, difiriendo significativamente entre ambos (Figura 25) (Anexo 35).

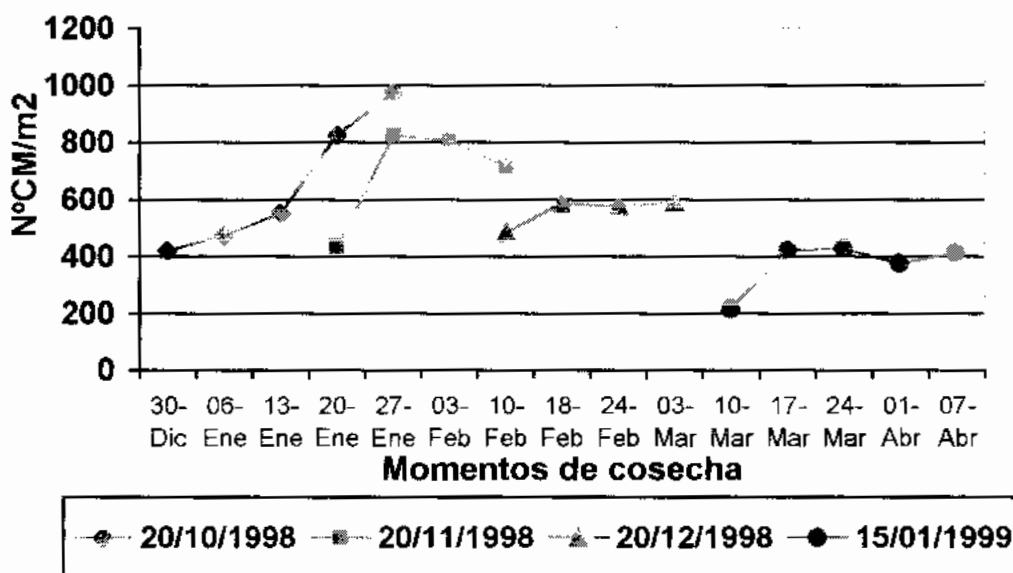


Figura 25. Evolución del número de cabezuelas maduras por m^2 en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

En las tres últimas fechas de cierres a partir del 27/1, 10/2 y 17/3 respectivamente, no hubo diferencias significativas en el $N^{\circ}CM/m^2$ dentro de cada fecha de cierre en las cosechas posteriores a las indicadas previamente (Anexo 35).

4.2.2.2. Evolución del número de cabezuelas totales por m^2 .

El análisis de varianza (Anexo 36) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0002$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Al igual que lo observado en el estudio de las curvas de floración, los dos primeros cierres presentaron poblaciones similares de CT/m^2 y significativamente superiores a los valores obtenidos en los dos últimos cierres. El cierre del 20/12 alcanzó valores significativamente superiores a los registrados en el último cierre (Anexo 37).

Las poblaciones máximas alcanzadas fueron 1000, 889, 654 y 486 CT/m^2 , que fueron registradas el 27/1, 27/1, 10/2 y 17/3 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre (Figura 26).

Las poblaciones registradas en los dos primeros cierres concuerdan con los reportados por Formoso (1996), para cierres del 25/9 y 25/10 respectivamente.

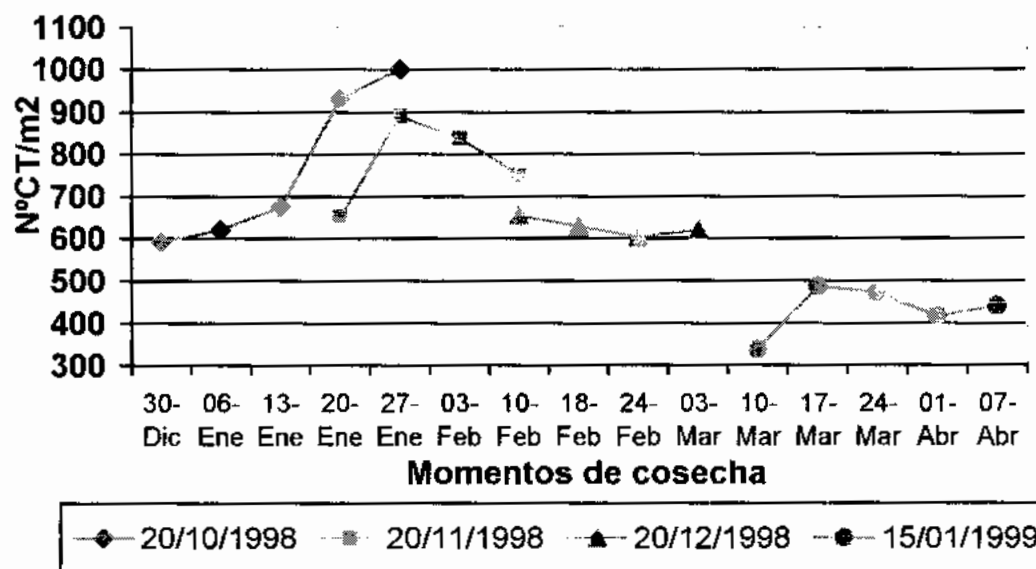


Figura 26. Evolución del número de cabezuelas totales por m^2 en cuatro fechas de cierres y diferentes momentos de cosecha.

Al igual que lo registrado en el estudio de las curva de floración, en el cierre del 20/11 luego del pico de CT/ m^2 se registró una disminución que alcanzó a ser significativa el 10/2 (Figuras 22 y 26) explicada por las mismas razones mencionadas anteriormente (Anexo 37).

En los cierres del 20/10, 20/12 y 15/1 a partir del 20/1, 10/2 y 17/3 no hubo diferencias significativas en el N°CT/ m^2 dentro de cada fecha de cierre respectivamente (Figura 26) (Anexo 37).

Comparando las poblaciones máximas de CT registradas en el estudio de las curvas de floración y semillazón, se verifica que existieron importantes diferencias a favor de las cosechadas (Figuras 22 y 26). Estas diferencias pueden haberse originado por el método de muestreo aplicado. La cosecha de cabezuelas implicaba juntar todas las cabezuelas incluyendo aquellas que estaban muy cerca del suelo, ocultas por el forraje, estas no se registraban en los conteos correspondientes a las determinaciones de la curva de floración a los efectos de no disturbar excesivamente los lugares de conteo. Las diferencias fueron mayores porcentualmente en los cierres del 20/10 y 15/1. La mayor acumulación de forraje (5593 kg/ha) del cierre del 20/10 y la floración más extendida probablemente hayan ocasionado que un importante número de cabezuelas quedaron ocultas por el forraje, explicando las altas diferencias en el N°CT/ m^2 encontradas. En el cierre del 15/1 las abundantes precipitaciones registradas (Figura 1) ocasionaron desprendimiento de las cabezuelas.

4.2.2.3. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras.

El análisis de varianza (Anexo 38) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0002$) entre fechas de cierres y momentos de cosecha.

Los porcentajes registrados en las 3 primeras fechas de cierres no difirieron significativamente entre ellos, siendo significativamente superiores al alcanzado por el cierre del 15/1 (Anexo 39).

Los mayores % CM alcanzados fueron 98, 97, 95 y 94, respectivamente de la primera a la última fecha de cierre. Estos valores fueron registrados el 27/1, 3/2, 24/2 y 7/4 respectivamente (Figura 27).

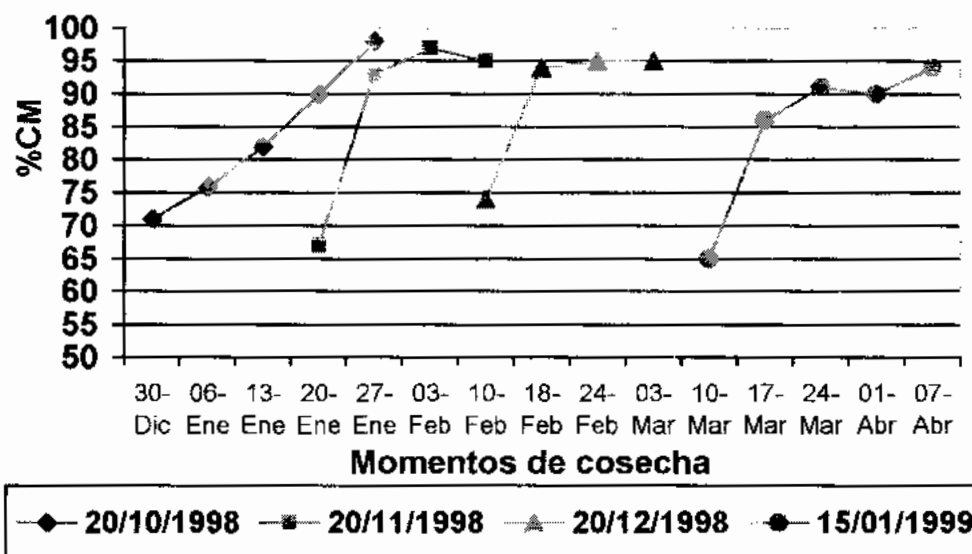


Figura 27. Evolución del porcentaje de cabezuelas maduras en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

En los cierres del 20/11, 20/12 y 15/1 a partir del 3/2, 18/2 y 24/3 respectivamente no hubo diferencias en los %CM dentro de cada cierre, en las fechas de cosechas posteriores a las previamente indicadas (Anexo 39).

4.2.2.4. Número de semillas por cabezuela madura.

El número de semillas por cabezuela madura (N°S/CM) fue determinado a partir de la cosecha de 40 cabezuelas maduras por fecha de cierre, colectadas sobre tallos principales en el pico de semillazón (Figura 28).

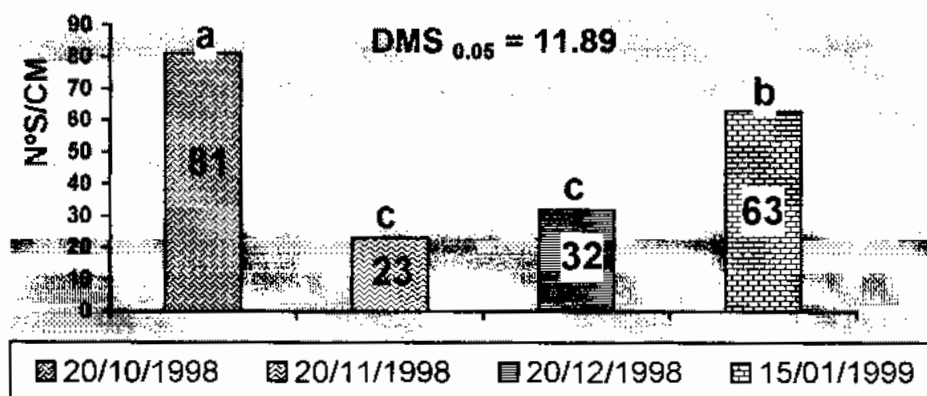


Figura 28. Número de semillas por cabezuela madura en cuatro fechas de cierre.

El análisis de varianza (Anexo 40) muestra que el N°S/CM varió significativamente ($p < 0.0001$) entre fechas de cierre.

El N°S/CM del cierre del 20/10 fue significativamente superior a los demás cierres, seguido por el cierre del 15/1 el cual fue significativamente superior a los presentados por las cabezuelas correspondientes a los cierres del 20/11 y 20/12, que no difirieron significativamente entre ellos. Los valores registrados fueron de 81, 23, 32 y 63 S/CM de la primera a la última fecha de cierre respectivamente (Figura 28).

Hawkins, (1965) determinó que el número de semillas por inflorescencia sería el componente del rendimiento mejor asociado a la producción de semilla. Mandl (1972) estableció un valor de $r = 0.8424$ entre ambos parámetros. Similar relación fue observada para el conjunto de progenies derivadas de Estandzuela 116 y cultivares americanos entre rendimiento por inflorescencia y rendimientos por parcela ($r = 0.72$; Luzardo y Parodi, 1998).

Se encontraron altas variaciones en el N°S/CM, con valores extremos desde 1 a 144 semillas por cabezuela, lo cual constituye un atributo importante a tener en cuenta al momento de estimar los rendimientos de un semillero.

El porcentaje de formación de semilla se define como el número de semillas en 100 flores y constituye una variable altamente correlacionada con la producción de semilla de trébol rojo y la eficiencia de polinización, (Formoso, 1996).

A partir de los valores promedios para cada fecha de cierre se calculó el porcentaje de formación de semilla como el cociente entre el N°S/CM y el N°FL/CI expresado en porcentaje.

Los porcentajes de formación de semillas obtenidos fueron 75, 19, 27 y 55% respectivamente de la primera a la última fecha de cierre.

Los valores obtenidos permiten diagnosticar que durante el período de floración de los cierres del 20/11 y 20/12 operaron limitantes en el proceso de cuajado de las semillas, que deprimieron en forma muy importante el porcentaje de cuajado comparado con el primer y último cierre.

4.2.2.5 Número de semillas promedio por cabezuela madura.

El número de flores por cabezuela varía con la localización en la planta, entre tallos según sean primarios o secundarios y dentro de cada tallo con la posición terminal o axilar (Williams, 1930; citado por Carámbula, 1981). Además las cabezuelas se originan durante diferentes períodos, razón por la cual durante el desarrollo de las mismas están expuestas a variaciones térmicas e hídricas que pueden determinar diferencias de tamaño (Formoso, 1995).

Durante el período de polinización la localización de la inflorescencia dentro del estrato vegetal puede determinar diferencias en la atracción de los polinizadores la cual se traduce en variabilidad en el número de semillas formadas. Los diferentes momentos en que las flores se encuentran aptas para ser polinizadas pueden implicar diferentes condiciones climáticas, viento, radiación, precipitaciones, etc. que alteran la actividad de polinización de los insectos aumentando la variabilidad en el número de semillas formadas (Carámbula, 1981).

Los comentarios precedentes permiten explicar la alta variabilidad que puede obtenerse en el número de semillas formadas en trébol rojo y consecuentemente la dificultad metodológica en cuantificar esta variable, principalmente por los tamaños de muestras requeridas para obtener una estimación aceptable.

Una forma menos costosa consiste en calcular por métodos indirectos el número de semillas promedio para la población de cabezuelas maduras N°SP/CM a partir del: rendimiento de semilla, peso de 1000 semillas y número de cabezuelas maduras en cada momento de cosecha.

El análisis de varianza (Anexo 41) muestra que existió interacción significativa ($p < 0.0111$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha.

Los máximos valores alcanzados fueron 31, 13, 11 y 24 SP/CM registrados el 6/1, 10/2, 18/2 y 1/4 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre (Figura 29).

El máximo número de semillas alcanzado por los cierres del 20/10 y 15/1 no difirieron significativamente entre ellos siendo significativamente superiores a los registrados en los cierres del 20/11 y 20/12 (Anexo 42).

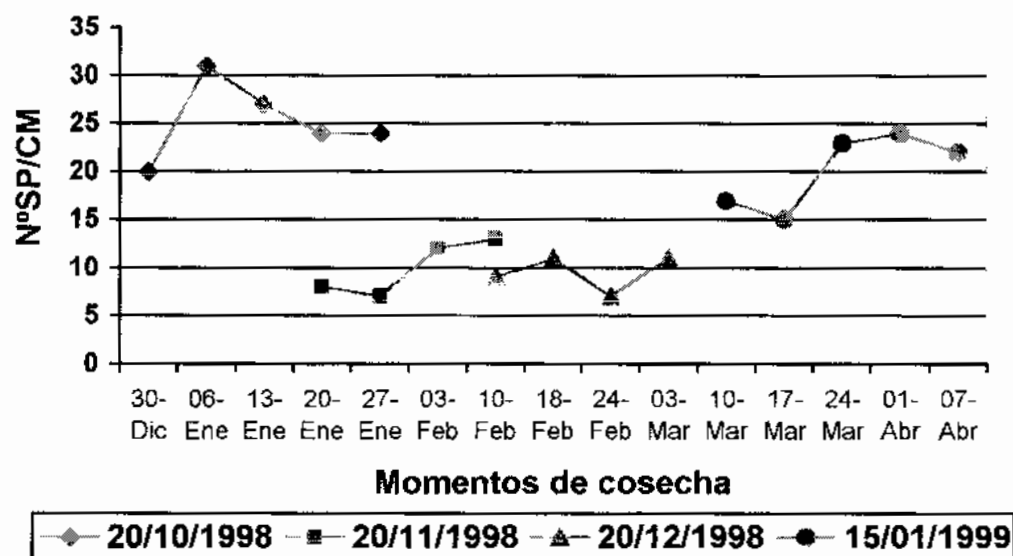


Figura 29. Evolución del número de semillas promedio por cabezuela madura en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

En los cierres del 20/10, 20/11 y 15/1 no varió significativamente el NºSP/CM dentro de cada cierre a partir del 6/1, 3/2 y 24/3 respectivamente. En el cierre del 20/12, la cosecha del 24/2 disminuyó significativamente NºSP/CM, no difiriendo estadísticamente en los 3 momentos de cosechas restantes (Figura 29) (Anexo 42).

La importante disminución en el NºSP/CM que se registró en los cierres del 20/11 y 20/12 probablemente sea consecuencia de una baja actividad de los polinizadores, causada por un aumento de la floración competitiva más atractiva para las abejas. La floración de un semillero de *Lotus corniculatus* situado a 150 metros del ensayo coincidente con los periodos de floración de las dos fechas de cierre indicadas, determinó probablemente la baja formación de semillas.

En la Figura 29 se observa que el NºSP/CM del cierre del 20/10 fue disminuyendo aunque no significativamente, lo que permite suponer que las flores emergidas en los últimos momentos, tuvieron una menor polinización, por tanto disminuyó el NºSP/CM, coincidiendo con lo registrado en la segunda y tercera fecha de cierre.

Los valores alcanzados por el primer cierre coinciden con los valores reportados por Hollowell (1929), para alcanzar rendimientos aceptables de semilla a nivel de chacra.

En la Figura 30 se muestra el NºS/CM y el promedio máximo obtenido en la cosecha, observándose una importante disminución que varió entre 1.8 a 2.9 veces menor número de semillas promedio por cabezuela. Estas discrepancias dentro de cada fecha de cierre, probablemente se deban en parte a que el NºSP/CM surge de cabezuelas promedialmente más pequeñas (menor NºFL/CM) al considerar además

de las cabezuelas terminales, las axilares. Esta surge a partir de las consideraciones de Wilsie, (1949); Starling *et al.* (1950); Cuitiño, (1999) que encontraron correlación positiva y significativa entre N°FL/C y número de semillas por cabezuela.

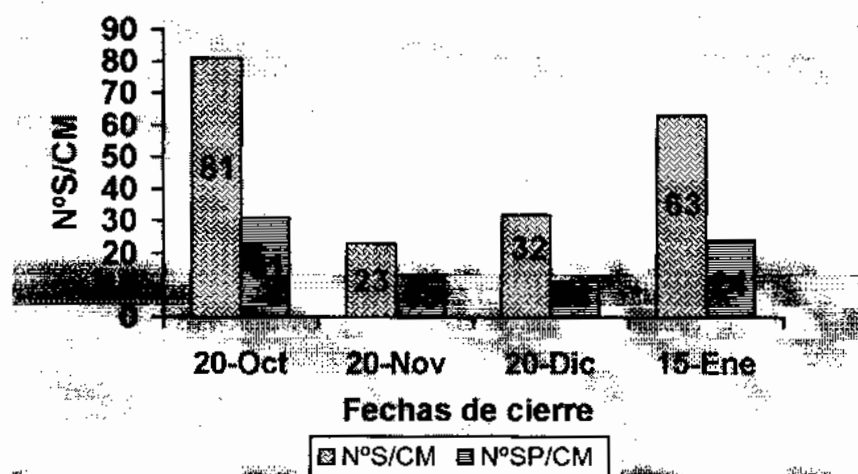


Figura 30. Número de semillas por cabezuela madura estimado y número de semillas por cabezuela madura promedio máximo obtenido en la cosecha.

4.2.2.6. Rendimiento de semilla.

El análisis de varianza muestra una interacción significativa ($p < 0.0068$) entre fechas de cierre y momentos de cosecha (Anexo 43).

El máximo rendimiento fue alcanzado por el cierre del 20/10, siendo significativamente superior a los alcanzados por los 3 cierres restantes que no difirieron estadísticamente entre ellos (Anexo 44).

Los máximos rendimientos alcanzados fueron 489, 192, 117 y 158 kg/ha registrados el 27/1, 3/2, 18/2 y 24/3 respectivamente, de la primera a la última fecha de cierre (Figura 31).

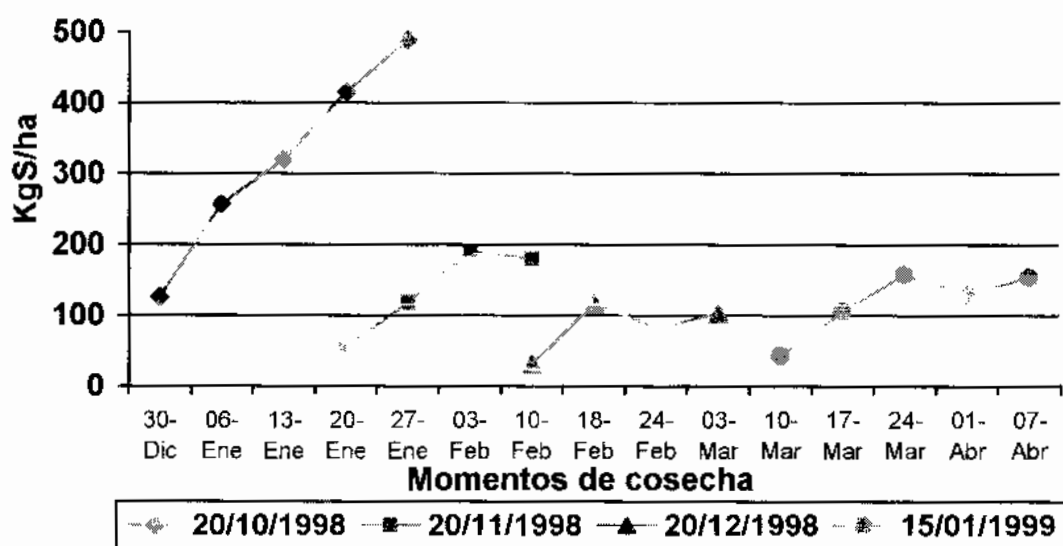


Figura 31. Evolución del rendimiento de semilla en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

A partir del 27/1, 18/2 y 17/3 no variaron significativamente los rendimientos posteriores de semilla dentro de cada fecha de cierre, respectivamente de la segunda a la última fecha de cierre (Anexo 44).

El número de días transcurridos desde el pico de floración hasta el máximo rendimiento de semilla fue de 35, 21, 15 y 14 respectivamente de la primera a la última fecha de cierre.

En la Figura 32 se observa la baja relación existente entre el rendimiento de semilla y el $N^{\circ}CM/m^2$, coincidiendo con lo reportado por Formoso (1996).

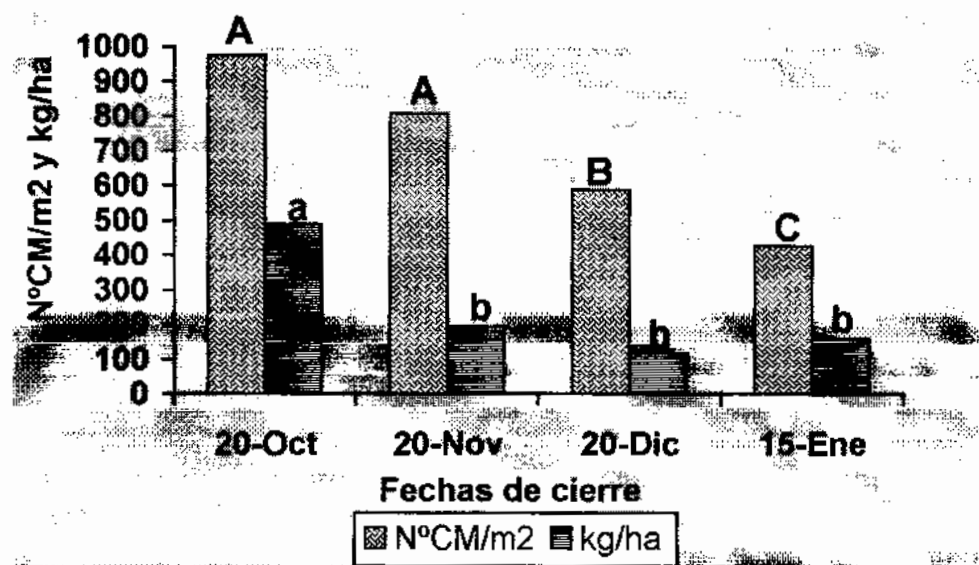


Figura 32. Número de cabezuelas maduras por m^2 y rendimiento de semilla máximo en kg/ha para cuatro fechas de cierre.

La importancia del N°SP/CM en el rendimiento, se observa en el cierre del 15/1, que alcanzó rendimientos iguales estadísticamente a los registrados en los cierres del 20/11 y 20/12 con un 100% y 50% menos CM/m² respectivamente.

Probablemente el factor que más afectó al N°S/CM fue la polinización determinando en gran medida los rendimientos obtenidos.

4.2.2.7. Peso de 1000 semillas.

El peso de 1000 semillas constituye una medida estándar para definir el tamaño de las semillas (Charlton, 1989; citado por Bascou y Costa, 1995), teniendo especial importancia en la determinación de la calidad de semilla.

En los cierres del 20/10 y 20/11 los pesos de 1000 semillas obtenidos en los tres últimos momentos de cosecha variaron entre 2.07g- 2.16g y entre 1.94g- 2.08g respectivamente (Figura 33). Estos valores se corresponden con la media (2.036g) para el trébol rojo cv Estanzuela 116 de los últimos 4 años del Laboratorio de Semillas del INIA La Estanzuela (Rostan C, com. pers.).

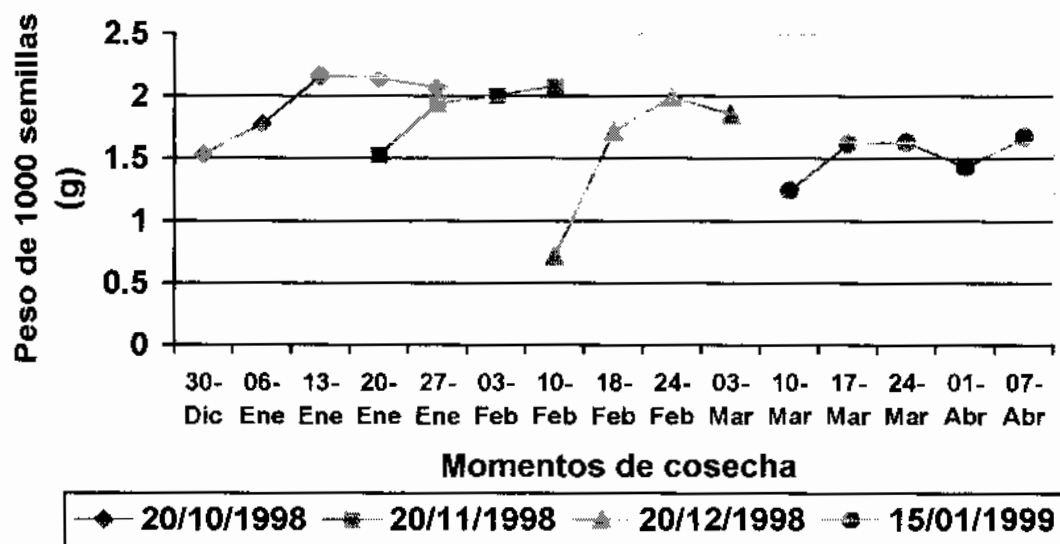


Figura 33. Evolución del peso de 1000 semillas en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

En los cierres del 20/12 y 15/1 el peso de 1000 semillas obtenido en los tres últimos momentos de cosecha, varió entre 1.72g - 1.99g y entre 1.43g - 1.67g respectivamente (Figura 33).

La reducción en el peso de 1000 semillas en el último cierre, fue del orden del 20%, comparativamente con las dos fechas de cierre más tempranas, lo cual indica que existieron problemas en el llenado de la semilla. Probablemente hallan influido varios factores, en primer lugar, las plantas estaban "deterioradas" con áreas foliares reducidas finalizando su ciclo; en segundo lugar las abundantes precipitaciones ocurridas en el mes de marzo, (que triplicaron la media histórica) y las menores horas

de sol (0.9 horas de sol menos por día que la media histórica de 8.1), hallan determinado una importante reducción de las fotosíntesis afectando el suministro de fotoasimilados a las semillas.

4.2.2.8. Porcentaje de germinación

Una buena germinación es una característica esencial de toda semilla. En este estudio se consideró germinación total a la suma de las semillas que germinaron más las semillas duras, debido a que estas últimas conservan el potencial para crecer.

Al igual que el peso de 1000 semillas los porcentajes de germinación obtenidos en los dos primeros cierres fueron superiores a los registrados en los dos últimos cierres (Figura 34).

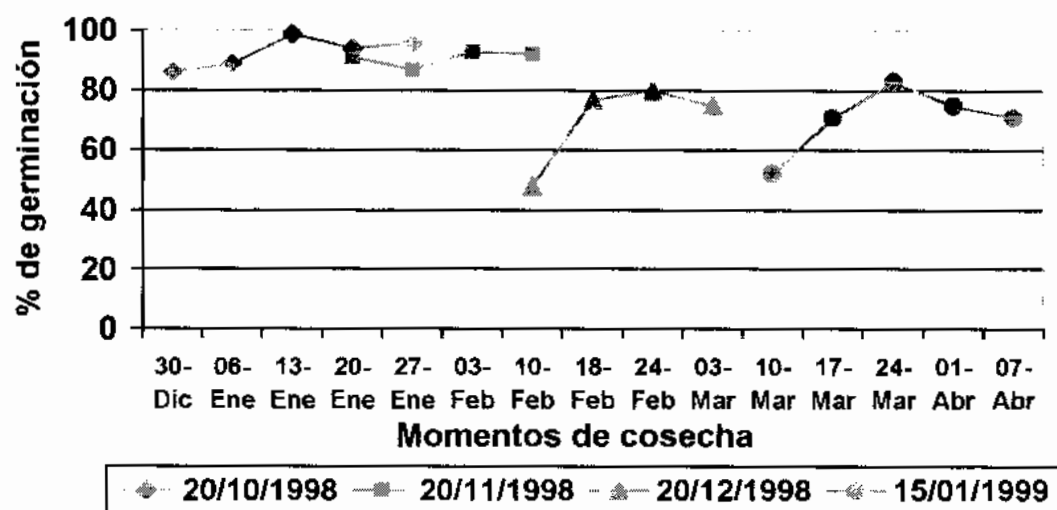


Figura 34. Evolución del porcentaje de germinación en cuatro fechas de cierre y diferentes momentos de cosecha.

Los porcentajes de germinación registrados en el momento que se alcanzaron los máximos rendimientos de semilla por ha, fueron 96%, 93%, 77% y 83% respectivamente de la primera a la última fecha de cierre (Figura 34).

4.2.2.9. Polinizadores

La ausencia de polinizadores durante la mayoría de los conteos imposibilitó el análisis estadístico de esta variable.

En los primeros dos cierres las abejas domésticas constituyeron el 100% de los polinizadores contabilizados, que en su mayoría llevaban polen, probablemente de trébol rojo por su color amarillo amarronado característico de la especie (Cuadro 7).

En el primer cierre, la falta de conteo durante una buena parte de la floración, y el método de conteo utilizado en los 2 primeros momentos de conteo, impidió

Cuadro 7. Número de polinizadores en 10 m² a las 14 horas presentes durante un minuto.

Fecha de cierre	Momentos de conteos													
	23-Dic	30-Dic	06-Ene	13-Ene	20-Ene	27-Ene	03-Feb	10-Feb	18-Feb	24-Feb	03-Mar	10-Mar	17-Mar	24-Mar
20/10 a	0	1,0	0	0,2	1,2	0								
b	0	0	0	0	0	0								
20/11 a	0	0	0	0,4	3	0,2	0	0						
b	0	0	0	0	0	0	0	0						
20/12 a					0,2	0	0	1,4	0	2	0			
b					0,2	0	0,4	0	0	0	0			
15/1 a								0	0	1	1,8	1,2	0	0
b								0	0	0	0	1,2	0,6	0,6

a: *Apis mellifera* (abejas)

b: *Bombus spp.* y *Xilocopa spp.* (abejorro)

evaluar la actividad de los polinizadores; la cual probablemente haya sido importante principalmente en la primera parte de la floración, por los rendimientos de semilla obtenidos.

Los cierres del 20/11 y 20/12, alcanzaron el pico de floración el 13/1 y 3/2, momento en que se registró una densidad de 0.4 polinizadores por m^2 en ambos cierres. Dicho registro implica una actividad de un polinizador cada 570 y 488 cabezuelas inmaduras respectivamente (Figura 35).

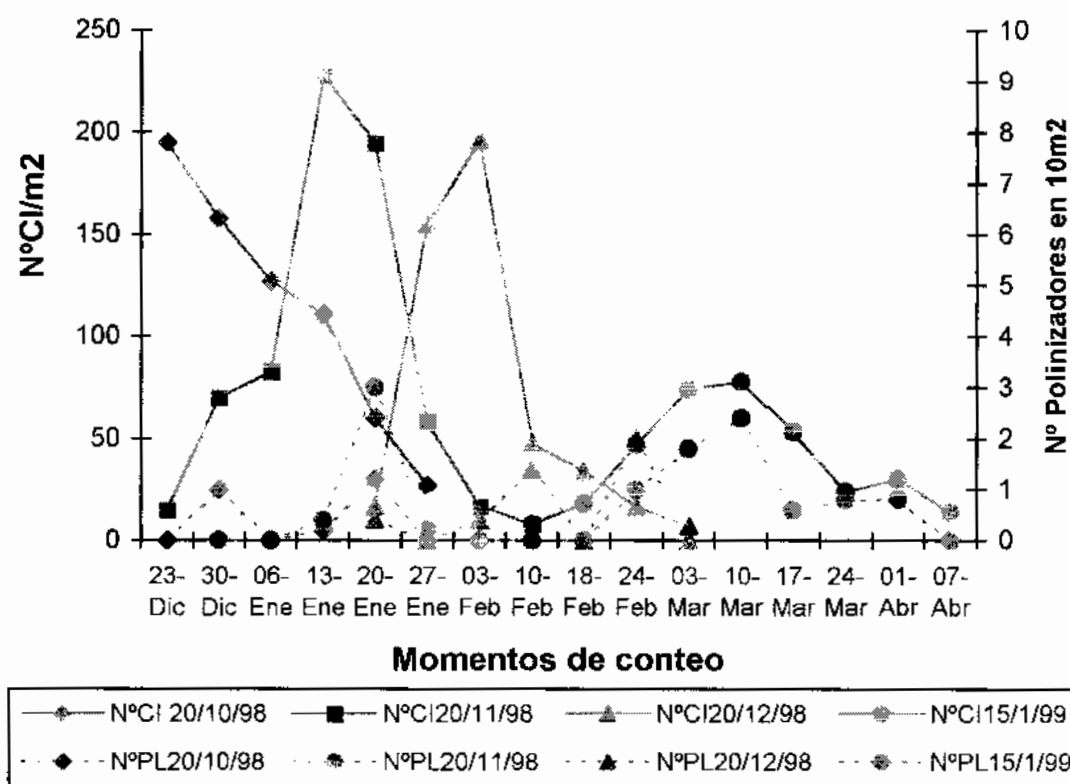


Figura 35. Evolución del número de cabezuelas inmaduras por m^2 y del número de polinizadores (N°PL) en $10 m^2$.

El 20/1 se registró un aumento de la actividad de los polinizadores en los tres cierres en floración, probablemente originado a que en la mañana previa a este registro se había cortado el semillero de trébol rojo adyacente al experimento, lo que consecuentemente provocó un aumento temporal de la actividad de los polinizadores en el ensayo (Figura 35).

La baja actividad de los polinizadores durante la floración de la segunda y tercer fecha de cierre, probablemente fue causada por un aumento de la floración competitiva más atractiva para las abejas, registrándose la floración de un semillero de *Lotus corniculatus* a 150 metros del ensayo.

En el último cierre se registró un aumento de la actividad de los polinizadores que acompañó la curva de floración, registrándose un máximo de 2.4 polinizadores

por m² en el pico de floración. Dicho registro implica una densidad de un polinizador cada 33 CI (Figura 35). Además se incrementó en mayor medida la actividad de los *Bombus spp.* y *Xilocopa spp.*, que fueron un 44% de los polinizadores registrados (Cuadro 7). Probablemente el incremento de los polinizadores se debió a una disminución importante de la flora competitiva puesto que la floración del Lotus comentada en el párrafo previo prácticamente desapareció.

El mayor incremento de los *Bombus spp.* y *Xilocopa spp.*, con relación a las abejas, reafirma la capacidad de estos de trabajar en condiciones ambientales que las abejas reducen sustancialmente su actividad.

La importante variación en la actividad de los polinizadores en el trébol rojo, entre los distintos días y dentro del mismo día, hace que sea necesario aumentar el número de determinaciones para poder obtener una mejor estimación de su actividad.

4.3. CONCLUSIONES

- Los picos de floración en los cierres del 20/10, 20/11 y 20/12 se alcanzaron el 23/12, 13/1 y 3/2, con 195, 228 y 195 CI/m² respectivamente, no difiriendo significativamente. Mientras que para el cierre del 15/1 se alcanzó el 10/3, con solamente 78 CI/m² siendo este significativamente menor a los anteriores.

- Los días al pico de floración disminuyeron significativamente de la primera a la tercer fecha de cierre y aumento en el último cierre.

- La mayor tasa diaria promedio de aparición de CI/m² correspondió al cierre del 20/12 seguido por el cierre del 20/11 no difiriendo significativamente ambos valores, mientras que para el último cierre dicha tasa fue 77% menor que la más acelerada.

- Los máximos valores alcanzados de cabezuelas maduras en los cierre del 20/10, 20/11, 20/12 y 15/1 fueron 563, 557, 470 y 274 registradas el 27/1, 27/1, 24/2, y 24/3 a los 35, 14, 21 y 14 días después de los picos de floración, respectivamente.

- En los cierres del 20/10 y 20/11 los máximos N°CT/m² alcanzados fueron de 590 y 614 respectivamente, no difiriendo significativamente entre ellos. En los dos últimos cierres se registró una disminución significativa en el máximo N°CT/m² comparado con los dos primeros cierres, alcanzando valores de 487 y 298 CT/m² respectivamente, difiriendo significativamente entre ambas.

- El N°F/CI registrado en las cuatro fechas de cierres fueron 108, 121, 120 y 115 respectivamente, siendo significativamente iguales los valores registrados en los tres últimos cierres. El N°F/CI del primer cierre fue significativamente menor a los registrados en el segundo y tercer cierre y estadísticamente igual al registrado en el último cierre.

- El N°S/CM del cierre del 20/10 fue significativamente superior a los demás cierres, seguido por el cierre del 15/1 el cual fue significativamente superior a los presentados por las cabezuelas correspondientes a los cierres del 20/11 y 20/12, que no difirieron significativamente entre ellos. Los valores registrados fueron de 81, 23, 32 y 63 S/CM de la primera a la última fecha de cierre respectivamente.

- Los máximos N°SP/CM registrados fueron 31, 13, 11 y 24 respectivamente, de la primera a la última fecha de cierre, siendo significativamente superiores los valores alcanzados en el primer y último cierre, comparado con el segundo y tercer cierre.

- Los rendimientos máximos de semilla obtenidos en los cierres del 20/10, 20/11, 20/12 y 15/1 fueron 489, 192, 117 y 158 kg/ha respectivamente, el rendimiento obtenido en el primer cierre fue significativamente superior a los registrados en los tres cierres restantes, siendo éstos estadísticamente iguales.

- El peso de 1000 semillas alcanzado en los tres primeros cierres concuerdan con los reportado para la especie (2.03g), mientras que en el último cierre los valores obtenidos fueron inferiores en un 20% que los anteriores.
- Los porcentajes de germinación en el momento del máximo rendimiento fueron 96%, 93%, 77% y 83% respectivamente de la primera a la última fecha de cierre.

4.4. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo consistieron en evaluar en un semillero de segundo año los efectos de diferentes fechas de cierre (20/10, 20/11, 20/12 y 15/1) sobre la curva de floración y semillazón de *Trifolium platense* cv Estanduela 116. En los tres primeros cierres el trébol rojo alcanzó el pico de floración el 23/12, 13/1 y 3/2, mientras que en el cierre del 15/1, presentó una floración mas extendida con una población de cabezuelas significativamente menor. Los máximos valores alcanzados de cabezuelas maduras en los cierres del 20/10, 20/11, 20/12 y 15/1 fueron de 563, 557, 470 y 274 registrados el 27/1, 27/1, 24/2 y 24/3 a los 35, 14, 21 y 14 días después del pico de floración, respectivamente. El máximo N°SP/CM registrado en los cierres del 20/10 y 15/1 fueron 31 y 24 respectivamente, valores significativamente superiores a los presentados por las cabezuelas de los cierres del 20/11 y 20/12 que fueron 13 y 11. Los máximos rendimientos obtenidos en los cierres del 20/10, 20/11, 20/12 y 15/1 fueron 489, 192, 117 y 158 kg/ha respectivamente, el rendimiento obtenido en el primer cierre fue significativamente superior a los registrados en los tres cierres restantes, siendo estos estadísticamente iguales. El peso de 1000 semillas alcanzado en los tres primeros cierres concuerdan con los reportados para la especie, mientras que en el último cierre los valores obtenidos fueron inferiores. Los porcentajes de germinación obtenidos en los dos últimos cierres fueron levemente inferiores.

4.5. SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of different closing dates (October 20, November 20, December 20 and January 15) on the flowering curve and seed production of a second year crop of *Trifolium platense* cv. Estanzuela 116. The flowering peaks for the first, second and third closing dates were December 12, January 13 and February 3; the last closing date resulted in a more extended flowering state and a significantly lower number of flowering buds. The highest number of mature flower buds were for each closing date, as follows: October 20: 563; November 20: 557; December 20: 470 and January 15: 274. These numbers were reached 35, 14, 21 and 14 days after the flowering peaks, respectively (January 27; January 27, February 24 and March 24). The highest average number of seeds per mature flower bud recorded for the October and January closing dates were 31 and 24 respectively, significantly higher than those obtained for the November and December dates (13 and 11). The maximum seed yields obtained for each date were, respectively, 489, 192, 117 and 158 kg/ha. The seed yield for the first closing date was significantly higher than the others that did not show significant differences. The 1000 seed weight for the first three dates coincided with those reported for the clover species, while the last one registered inferior values. The percent germination in the last two closing dates were relatively lower.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se determinó un rango de fechas de cierre donde el potencial reproductivo medido en función del número de cabezuelas por unidad de superficie se mantuvo o disminuyó levemente.

Se observó que uno de los factores mas importantes a tener en cuenta al momento de definir la fecha de cierre es la flora competitiva por polinizadores durante la floración de trébol rojo. Se debe evitar la coincidencia entre los picos de polinización del trébol rojo y la flora competitiva.

Se registró una disminución de los días transcurridos desde el cierre al máximo rendimiento de semilla a medida que se retrasa la fecha de cierre hasta mediados de diciembre y luego volvió a aumentar. Dicha disminución llevó asociada una concentración de la floración del semillero.

La alta variación registrada en el número de semillas por cabezuela dentro y entre los diferentes métodos de estimación, sumado a la importancia de este componente en el rendimiento de semilla, debe ser considerada al momento de estimar los rendimientos de un semillero.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 1) ALTIER, N. 1996. Enfermedades de leguminosas forrajeras diagnósticos, epidemiología y control. In Manejo de enfermedades en cereales de invierno y pasturas. Ed. Diaz, M. Montevideo. INIA. Serie Técnica N. 74. pp. 87-104.
- 2) BASCOU, G. y COSTA, R. 1995. Evolución de la semillazón y características asociadas en lotus Maku (*Lotus pedunculatus*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 77 p.
- 3) BIRD, J.N. 1944. Seed setting in red clover. *Journal of the American Society of Agronomy* 36(4): 346-357.
- 4) BUTLER, C.G.; FREE, J.B. and SIMPSON, J. 1956. Some problems of red clover seed pollination. *Annals of Applied Biology* 44(4): 664-669.
- 5) CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
- 6) CARÁMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras plantasforrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 518 p.
- 7) CLIFFORD, P.T.P. 1979. The effect of closing date on seed production of red clover cultivars. *Journal of Experimental Agriculture*. 7: 369-374.
- 8) CLIFFORD, P.T.P. and SCOTT, D. 1989. Inflorescence, bumblebee, and climate interactions in seed crops of a tetraploid red clover (*Trifolium pratense* L.). *Journal of Applied Seed Production* 7: (39): 38-45.

9) CUITIÑO de VEGA, M, J. 1999. Evaluación de parámetros de selección indirectos en la producción de semillas de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agropnomía. 44 p.

10) DAMISCH, W. 1963. Effect of biological factors on seed setting in red clover. Biol. Zbl.82(3): 303-341.

Tomado de: Herbage Abstracts 34(1): 37, 1964.

11) FERGUS, E.N. and HOLLOWELL, E.A. 1960. Red clover. Advances in Agronomy. 12: 365-426.

12) FORDE, M.B; HAY, M.J.M. and BROCK, J.L. 1989. Development and growth characteristics of temperate perennial legumes. In Persistence of forage legumes. Ed. G.C. Marten, A.G.; Matches, R.F; Barnes, R.W. Brougham, R.J.; Clements, and G.W Sheath. Madison, ASA. p.p. 91-109.

13) FORMOSO, F. 1996 Producción de semilla de especies forrajeras. In Producción y manejo de pasturas. Ed. Risso, D.F; Berreta, E.J; Morón,A. Montevideo.INIA. Serie Técnica N. 80. pp.85-92.

14) FUSELL, M.1992. Diurnal patterns of bee activity, flowering, and nectar reward per flower in tetraploid red clover. New Zealand Journal of Agricultural Research 2:151-156.

15) GARCÍA, J. y REBUFFO, M. 1991. Importancia del ciclo de las forrajeras en los sistemas intensivos. In Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Ed. Restaino, E. e Indarte, E. Montevideo. INIA. Serie técnica N. 15. pp.9-15.

16) GARCÍA, J.; REBUFFO, M.; FORMOSO, F. y ASTOR, D. 1991. Producción de semillas forrajeras; tecnología en uso. Montevideo, INIA. Serie técnica N. 2. 40p.

17) HAWKINS, R.P. 1956. A preliminary survey of red clover seed production. *Annals of Applied Biology* 44(4): 657-664.

18) HAWKINS, R.P. 1961. Observations on the pollination of red clover by bees. I. The yield of seed in relation to the numbers and kinds of pollinators. *Annals of Applied Biology* 49(1): 55-65.

19) HAWKINS, R.P. 1965. Factors affecting the yield of seed produced by different varieties of red clover. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 65(2): 245-253.

20) HOLLOWELL, E.A. 1929. Influence of atmospheric and soil moisture upon seed setting in red clover. *Journal of Agricultural Research* 39 (4): 229-247.

21) KENDALL, W. A. and STRINGER, W. C. 1985. Physiological aspects of clover. In Taylor, N. L. ed. *Clover science and technology*. Madison, Wis., USA, ASA. pp. 111-159. (Agronomy N. 25)

22) KISING, W. 1949. Untersuchungen über den Rotkleesamenbau unter besonderer Berücksichtigung des Ansatzes. (Seed production of red clover and with particular reference to seed setting). *J. Landw.* 91:65-119. Tomado de: *Herbage Abstracts* 20(3): 145. 1950.

23) LUZARDO, S y PARODI, M. 1998. Selección por producción de semilla en mejoramiento de trébol rojo (*Trifolium pratense L.*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 42 p.

24) MANDL, F. 1972. Estudio de algunos aspectos que afectan la producción de semilla en trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uru., Facultad de Agronomía. 45 p.

25) OLIVA, R.N.; STEINER, J.J. and YOUNG,W.C 1994. Red clover seed production I: crop water requirements and irrigation timing. Crop Science. 34:178-184.

26) OLIVA, R.N.STEINER, J.J. and YOUNG,W.C 1994. Red clover seed production II: Plant status on yield and yield components. Crop Science 34:184-192.

27) PANKIW, P.; BONIN, S.G. and LIEVERSE, J.A.C. 1977. Effects of row spacing and seeding rates on seed yield in red clover, alsike clover and birdsfoot trefoil. Canadian Journal of Plant Science 57: 413-418.

28) PRITSCH, O. M. 1978. Potencial productivo de semillas en algunos cultivares de trébol rojo. Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay Segunda época N°. (11): 11-14.

29) PRITSCH, O. M. 1978 Manejo de cortes en semilleros de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) cultivar Estanzuela 116. Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay Segunda época N°. (11): 16-22.

30) PRITSCH, O.M.; GONNET, M.; HOFSTADTER, R. 1979. Estudios preliminares sobre el comportamiento de trébol rojo bajo riego Revista de la Asociación Ingenieros Agrónomos del Uruguay Segunda época N°. (12): 11-14.

31) PURI, K.P. and LAIDLAW, A.S. 1983. The effects of time of harvest on seed production of three red clover cultivars. Grass and Forage Science 39: 221-228.

32) PURI, K.P. and LAIDLAW, A.S. 1984. The effect of temperature on components of seed yield and on hard seedness in three cultivars of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Journal of Applied Seed Production* 2:18-23.

33) RINCKER C. M.; DEAN, J. G.; GARRISON, C. S.; MAY, R. G. 1977. Influence of environment and clipping on the seed-yield potential of three red clover cultivars. *Crop Science* 17: 58-60.

34) SKIPP, R. A. and CHRISTENSEN, M. J. 1990. Selection for persistence in red clover; influence of root disease and stem nematode. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 33:319-333.

35) SMETHAN, M. L. 1973. Pasture legume species and strains. In Langer, R.H.M. ed. *Pastures and pasture plants*. Wellington, New Zealand, A.H. and A.W Reed. pp. 85-128.

36) SMITH, D. 1962. Carbohydrate root reserves of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Science* 2: 75-78.

37) SMITH, R.R.; TAYLOR, N.L. and BOULEY, S.R. 1985. Red clover. In *Clover science and technology*. Ed. N.L Taylor. Madison, ASA. pp. 458-468.

38) STARLING, T.M.; WILSIE, C.P. and GILBERT, N.W. 1950. Corolla tube length studies in red clover. *Agronomy Journal* 42(1): 1-8.

39) STODDART, J.L 1960. Factors affecting seed production of late-flowering red clover. Welsh Plant Breeding Station. (UK). Report for 1961. pp. 94-98.

40) TAYLOR, N. L. and SMITH, R. R. 1979. Red clover breeding and genetics. *Advances in Agronomy* 31:125-154.

41) VAN LAERE, O. and MARTENS, N. 1962. The importance of honeybees for seed production in red clover. *Rev. Agric., Brux.* N° 15(11-12): 1383-1395.

Tomado de: *Herbage Abstracts*: 177.1963

42) VAVILOV, P.P.; KABYSH, V.A.; PUTNIKOV, L.I. and ORLOVA, V.S. 1977. Factors responsible for the low seed productivity of red clover and ways to increase it. *Soviet Agricultural Science* 10: 7-9.

43) WARTT, E.C. 1968. The pollinating activities of bumble bees and honeybees in relation to temperature, competing forage plants, and competition from other foragers. *Journal of Apicultural Research* 7(2): 61-66.

44) WILSIE, C.P. and GILBERT, N.W. 1940. Preliminary results on seed setting in red clover strains. *Journal of the American Society of Agronomy* 32(3): 231-234.

45) WILSIE, C.P. 1949. Producing alfalfa and red clover seed in Iowa. *Agronomy Journal* 41(12): 545-550.

46) WILSIE, C.P. 1969. Red clover and Alsike clover. In Huges, H.D.; Heath, M. E. and Metcalfe, D.S. eds. *Forages*. 2ed. Ames, Iowa, Iowa State University Press. pp. 139-149.

6. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del $N^{\circ}Cl/m^2$ transformadas en tres fechas de cierre y siete momentos de conteo.

Rep.	7	16.36	----	----
F. C.	2	31.78	4.73	0.0270
Error A	14	6.72	----	----
Mom. de Con.	6	468.54	176.07	0.0001
F. C. * Mom.	12	72.17	27.12	0.0001
Error B	126	2.66	----	----

Anexo 2. Promedio del $N^{\circ}Cl/m^2$ transformadas, en tres fechas de cierres y siete momentos de conteo.

	1	2	3	4	5	6	7
3/11/98	6.66	10.33	13.20	16.50	11.05	2.70	0.98
3/12/98	6.68	10.77	16.44	13.16	3.51	0.71	0.71
5/01/99	9.98	10.39	12.57	9.11	5.25	6.71	6.71

DMS_{0.05} = 1.79 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 1.61 Momentos de conteo.

Anexo 3. Análisis de varianza del número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración, para tres fechas de cierre.

Rep.	3	4.08	----	----
Trat.	2	903.08	221.16	0.0001
Error	6	4.08	----	----

DMS_{0.05} = 3.50

Anexo 4. Análisis de varianza de la tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración, para tres fechas de cierre.

Rep.	3	5.23	----	----
Trat.	2	173.3	67.8	0.0001
Error	6	2.56	----	----

DMS_{0.05} = 2.77

Anexo 5. Análisis de varianza del N°CM/m² transformadas, en tres fechas de cierre y siete momentos de conteo.

	1	2	3	4
Rep.	7	32.55	----	----
F. C.	2	48.79	4.85	0.0251
Error A	14	10.06	----	----
Mom. de Con.	6	1178.92	287.90	0.0001
F. C. * Mom.	12	97.15	23.73	0.0001
Error B	126	4.09	----	----

Anexo 6. Promedio del N°CM/m² transformadas, en tres fechas de cierres y siete momentos de conteo.

	1	2	3	4	5	6	7
3/11/98	4.40	5.90	10.01	13.59	20.26	25.11	22.56
3/12/98	1.06	7.50	11.75	19.40	24.18	24.47	23.89
5/01/99	7.70	9.97	14.19	18.19	16.70	17.61	15.84

DMS_{0.05} = 2.21 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 2.00 Momentos de conteo.

Anexo 7. Análisis de varianza del N°CT/m² transformadas, en tres fechas de cierre y siete momentos de conteo.

	1	2	3	4
Rep.	7	57.06	----	----
F. C.	2	76.12	5.52	0.0171
Error A	14	13.80	----	----
Mom. de Con.	6	656.95	161.36	0.0001
F. C. * Mom.	12	60.48	14.85	0.0001
Error B	126	4.07	----	----

Anexo 8. Promedio del $N^{\circ}CTm^2$ transformadas, en tres fechas de cierres y siete momentos de conteo.

	Momentos de conteo						
	1	2	3	4	5	6	7
3/11/98	7.98	11.92	16.69	21.53	23.12	25.30	22.58
3/12/98	6.76	13.13	20.23	23.47	24.50	24.47	23.89
5/01/99	12.64	14.46	18.96	20.38	17.52	18.89	17.29

DMS_{0.05} = 2.32 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 2.00 Momentos de conteo.

Anexo 9. Análisis de varianza del porcentaje de CM transformadas en tres fechas de cierre y siete momentos de conteo.

	Gr	CM	F	P
Rep.	7	24.21	----	----
F. C.	2	242.51	6.79	0.0087
Error A	14	35.73	----	----
Mom. de Con.	6	12268.24	517.25	0.0001
F. C.* Mom.	12	1122.57	47.33	0.0001
Error B	126	23.72	----	----

Anexo 10. Evolución del porcentaje de CM transformadas, en tres fechas de cierres y siete momentos de conteo.

	Momentos de conteo						
	1	2	3	4	5	6	7
3/11/98	33.35	29.51	37.95	39.92	61.10	84.20	88.98
3/12/98	9.35	34.43	35.35	55.94	82.33	90.00	90.00
5/01/99	37.79	43.65	48.53	63.56	72.26	69.35	67.19

DMS_{0.05} = 5.02 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 4.82 Momentos de conteo.

Anexo 11. Análisis de varianza del número de flores por cabezuelas inmaduras en tres fechas de cierre.

	Gr	F	P
Rep.	39	306.04	----
F. C.	2	3379.31	8.98
Error B	78	376.15	----

DMS_{0.05} = 8.63

Anexo 12. Análisis de varianza del N°CM/m² transformadas en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

Rep.	GL	CM	F	P
Rep.	3	8.26	----	----
F. C.	2	120.68	17.56	0.0031
Error A	6	6.87	----	----
Mom. de Cos.	2	6.71	2.12	0.1495
F. C.* Mom.	4	12.90	4.07	0.0160
Error B	18	3.17	----	----

Anexo 13. Promedio del N°CM/m² transformadas, en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

	Momentos de cosecha		
	1	2	3
3/11/98	23.92	28.39	28.59
3/12/98	27.43	25.86	26.08
5/01/99	20.74	21.98	20.99

DMS_{0.05} = 2.95 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 2.49 Momentos de cosecha.

Anexo 14. Análisis de varianza del N°CT/m² transformadas, en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

Rep.	GL	CM	F	P
Rep.	3	7.58	----	----
F. C.	2	115.04	15.98	0.0039
Error A	6	7.20	----	----
Mom. de Cos.	2	0.54	0.13	0.8757
F. C.* Mom.	4	4.11	1.01	0.4275
Error B	18	4.06	----	----

Anexo 15. Promedio del $N^{\circ}CT/m^2$ transformadas, en tres fechas de cierres y tres momentos de cosecha.

	1	2	3
3/11/98	27.81	28.60	28.59
3/12/98	27.99	25.85	26.08
5/01/99	21.87	23.22	21.90

DMS_{0.05} = 2.18 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 1.63 Momentos de cosecha.

Anexo 16. Análisis de varianza del porcentaje de CM transformadas, en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

Rep.	3	3.15	----	----
F. C.	2	570.33	281.33	0.0001
Error A	6	2.03	----	----
Mom. de Cos.	2	753.15	86.75	0.0001
F. C.* Mom.	4	243.70	28.07	0.0001
Error B	18	8.68	----	----

Anexo 17. Evolución del porcentaje de CM transformadas, en tres fechas de cierres y tres momentos de cosecha.

	1	2	3
3/11/98	59.41	83.90	90.00
3/12/98	78.31	90.00	90.00
5/01/99	71.62	71.43	74.22

DMS_{0.05} = 3.57 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 4.12 Momentos de cosecha.

Anexo 18. Análisis de varianza del número de semillas por cabezuela maduras en tres fechas de cierre.

Rep.	39	532.74	----	----
F. C.	2	7177.28	19.56	0.0001
Error	78	366.94	----	----

DMS_{0.05} = 8.5

Anexo 19. Análisis de varianza del número de semillas promedio por cabezuela madura transformadas, en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

Rep.	3	0.16	----	----
F. C.	2	13.23	37.98	0.0004
Error A	6	0.35	----	----
Mom. de Cos.	2	0.33	1.94	0.1727
F. C.* Mom.	4	0.06	0.33	0.8573
Error B	18	0.17	----	----

Anexo 20. Evolución del número de semillas promedio por cabezuela madura transformado, en tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

	1	2	3
3/11/98	4.00	4.28	4.15
3/12/98	3.88	4.20	4.38
5/01/99	2.20	2.28	2.51

DMS_{0.05} = 0.48 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 0.34 Momentos de cosecha.

Anexo 21. Análisis de varianza del rendimiento de semillas (kg/ha) para tres fechas de cierre y tres momentos de cosecha.

Rep.	3	5297.81	----	----
F. C.	2	224854.19	26.98	0.0010
Error A	6	8333.56	----	----
Mom. de Cos.	2	12229.69	7.05	0.0055
F. C.* Mom.	4	4536.19	2.62	0.0696
Error B	18	1733.62	----	----

DMS_{0.05} = 74.00 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 34.00 Momentos de cosecha.

Anexo 22. *Análisis de varianza del forraje acumulado (kgMS/ha) al último momento de cosecha para las tres fechas de cierre.*

Rep.	3	31844.2	----	----
F. C.	2	1282710.2	85.03	0.0001
Error	6	15085.1	----	----

DMS_{0.05} = 212.5

Anexo 23. *Análisis de varianza del N°CI/m² transformadas en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.*

Rep	7	26.67	----	----
F. C.	3	117.99	20.80	0.0001
Erro A	21	5.67	----	----
Mom. de Con.	5	419.18	138.94	0.0001
F. C.* Mom.	15	33.80	11.20	0.0001
Error B	140	3.02	----	----

Anexo 24. *Promedio del N°CI/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.*

F. C.	1	2	3	4	5	6
20/10/98	13.88	12.41	11.12	10.01	7.50	4.84
20/11/98	9.10	15.06	13.72	7.24	3.66	2.16
20/12/98	12.31	13.83	6.57	5.26	3.63	2.28
15/01/99	8.50	8.75	7.20	4.86	5.28	3.31

DMS_{0.05} = 1.89 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 1.72 Momentos de conteo

Anexo 25. *Análisis de varianza del número de días transcurridos desde la fecha de cierre al pico de floración, en cuatro fechas de cierre.*

Rep.	3	4.08	----	----
Trat.	3	255.58	62.59	0.0001
Error	9	4.08	----	----

DMS_{0.05} = 3.23

Anexo 26. Análisis de varianza de la tasa diaria promedio de aparición de inflorescencias hasta el pico de floración, en cuatro fechas de cierre.

Rep.	3	2.71	----	----
Trat.	2	93.43	17.48	0.0031
Error	6	5.34	----	----

$$DMS_{0.05} = 3.99$$

Anexo 27. Análisis de varianza del N°CM/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

Rep.	7	6.96	----	----
F. C.	3	185.11	13.26	0.0001
Error A	21	13.96	----	----
Mom. de Con.	5	944.25	313.58	0.0001
F. C. * Mom.	15	33.96	11.28	0.0001
Error B	140	3.01	----	----

Anexo 28. Promedio del N°CM/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

	1	2	3	4	5	6
20/10/98	9.67	14.74	17.24	19.66	22.00	23.50
20/11/98	6.98	10.00	16.15	23.44	22.87	22.58
20/12/98	5.16	13.78	18.69	20.48	21.63	20.65
15/01/99	7.13	10.63	15.17	16.45	15.24	15.52

$$DMS_{0.05} = 2.18 \text{ Fechas de cierre}$$

$$DMS_{0.05} = 1.72 \text{ Momentos de conteo}$$

Anexo 29. Análisis de varianza del N°CT/m² transformadas en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

Rep.	7	9.03	----	----
F. C.	3	332.62	20.55	0.0001
Error A	21	16.19	----	----
Mom. de Con.	5	314.15	116.05	0.0001
F. C. * Mom.	15	17.0	6.28	0.0001
Error B	140	2.71	----	----

Anexo 30. Promedio del N°CT/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

F. C.	1	2	3	4	5	6
20/10/98	16.94	19.31	20.57	22.27	23.30	24.08
20/11/98	11.48	18.20	21.41	24.66	23.25	22.76
20/12/98	13.35	19.61	19.97	21.27	22.01	20.83
15/01/99	11.21	13.77	16.83	17.16	16.20	15.94

DMS_{0.05} = 2.21 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 1.63 Momentos de conteo

Anexo 31. Análisis de varianza del porcentaje de CM transformadas en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

Rep.	7	287.27	----	----
F. C.	3	212.79	4.34	0.0158
Error A	21	49.06	----	----
Mom. de Con.	5	11552.97	427.10	0.0001
F. C.* Mom.	15	411.08	15.20	0.0001
Error B	140	27.05	----	----

Anexo 32. Promedio del porcentaje de CM transformados, en cuatro fechas de cierre y seis momentos de conteo.

F. C.	1	2	3	4	5	6
20/10/98	35.11	50.15	57.44	63.60	71.34	78.88
20/11/98	37.05	33.11	49.73	72.69	81.55	85.75
20/12/98	22.89	45.02	70.69	76.33	81.43	84.95
15/01/99	39.55	50.75	64.37	73.73	70.77	79.21

DMS_{0.05} = 5.51 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 5.14 Momentos de conteo

Anexo 33. *Análisis de varianza del número de flores por cabezuela inmadura en cuatro fechas de cierre.*

F. de	GL	CM	F	P
Rep.	39	218.18	----	----
F. C.	3	1347.05	4.12	0.0081
Error	117	326.74	----	----

DMS_{0.05} = 8.00

Anexo 34. *Análisis de varianza del N°CM/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.*

F. de	GL	CM	F	P
Rep.	3	0.49	----	----
F. C.	3	131.12	27.18	0.0001
Error A	9	4.82	----	----
Mom. de Cos.	3	62.38	16.76	0.0001
F. C.* Mom.	9	25.75	6.92	0.0001
Error B	36	3.72	----	----

Anexo 35. *Promedio del N°CM/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.*

	1	2	3	4
20/10/98	21.71	23.42	28.70	31.23
20/11/98	20.80	28.70	28.40	26.64
20/12/98	21.85	24.19	23.96	24.21
15/01/99	20.41	20.62	19.32	20.32

DMS_{0.05} = 2.81 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 2.70 Momentos de cosecha

Anexo 36. *Análisis de varianza del N°CT/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.*

F. de	GL	CM	F	P
Rep.	3	3.34	----	----
F. C.	3	167.06	32.71	0.0001
Error A	9	5.11	----	----
Mom. de Cos.	3	9.92	3.01	0.0428
F. C.* Mom.	9	16.85	5.11	0.0002
Error B	36	3.30	----	----

Anexo 37. Promedio del N°CT/m² transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
20/10/98	24.91	25.86	30.43	31.61
20/11/98	25.52	29.78	28.93	27.36
20/12/98	25.47	25.03	24.55	24.85
15/01/99	21.98	21.67	20.39	20.98

DMS_{0.05} = 2.72 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 2.54 Momentos de cosecha

Anexo 38. Análisis de varianza del porcentaje de CM transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

		CV	F	
Rep.	3	59.05	----	----
F. C.	3	24.52	1.57	0.2642
Error A	9	15.65	----	----
Mom. de Cos.	3	962.68	41.92	0.0001
F. C. * Mom.	9	114.38	4.98	0.0002
Error B	36	22.97	----	----

Anexo 39. Porcentaje de CM transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
20/10/98	61.13	64.92	71.28	82.70
20/11/98	54.71	74.70	82.35	79.24
20/12/98	59.78	75.65	77.36	77.17
15/01/99	68.12	72.49	71.19	75.92

DMS_{0.05} = 6.47 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 6.71 Momentos de cosecha

Anexo 40. Análisis de varianza del número de semillas por cabezuela madura en cuatro fechas de cierre.

		CV	F	
Rep.	39	346.05	----	----
F. C.	3	28789.16	39.96	0.0001
Error	117	720.51	----	----

DMS_{0.05} = 11.89 Fechas de cierre

Anexo 41. Análisis de varianza del número de semillas promedio por cabezuela madura transformadas, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
Rep.	3	1.78	----	----
F. C.	3	15.80	25.68	0.0001
Error A	9	0.62	----	----
Mom. de Cos.	3	0.40	1.83	0.1596
F. C. * Mom.	9	0.63	2.89	0.0111
Error B	36	0.22	----	----

Anexo 42. Evolución del número de semillas promedio por cabezuela madura transformado, en cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
20/10/98	5.54	5.25	4.91	4.94
20/11/98	2.76	2.75	3.47	3.57
20/12/98	3.10	3.42	2.76	3.28
15/01/99	3.83	4.83	4.92	4.67

DMS_{0.05} = 0.79 Fechas de cierre.

DMS_{0.05} = 0.656 Momentos de cosecha

Anexo 43. Análisis de varianza del rendimiento de semillas (kg/ha) promedio para cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
Rep.	3	12025.93	----	----
F. C.	3	264622.68	37.17	0.0001
Error A	9	7119.56	----	----
Mom. de Cos.	3	41238.85	16.29	0.0001
F. C. * Mom.	9	7946.36	3.14	0.0068
Error B	36	2532.1	----	----

Anexo 44. Rendimiento de semilla (kg/ha) para cuatro fechas de cierre y cuatro momentos de cosecha.

	1	2	3	4
20/10/98	258	321	416	489
20/11/98	58	118	192	179
20/12/98	31	117	83	103
15/01/99	105	158	129	154

DMS_{0.05} = 85 Fechas de cierre

DMS_{0.05} = 70 Momentos de cosecha